

**Licence Sciences et Techniques (LST)
Technique d'Analyse et Contrôle de Qualité
« TACQ »**

PROJET DE FIN D'ETUDES

Thème :

**Contrôle de qualité de quelques détergents et
étude de la stabilité et de la conservation de
l'eau de Javel**

Présenté par :

Laïla EL-KAMARI

Encadré par :

**Pr. Souad RAKASS (FSTF)
Mme Fatima Ezzahra KASSIMI (SARAPROC)**

Soutenu le 07/07/2022 devant le jury composé de :

**Pr. Souad RAKASS
Pr. Abdellatif BOUKIR
Pr. Said CHAKROUNE**

Stage effectué à SARAPROC MAROC

Année Universitaire 2021 / 2022

Dédicace

Je dédie ce travail

*A ma mère qui m'a soutenu et encouragé durant ces années
d'études*

*Qu'elle trouve ici le témoignage de ma profonde
reconnaissance*

*A mon père pour ses efforts durant toute ma vie et ses
soutiens pour persévérer jusqu'à l'aboutissement de ce
travail*

*A ma grande sœur qu'elle trouve l'expression de mes grands
attachements et le témoignage de mes immenses affections*

*A toute ma famille maternelle et paternelle, en témoignage de
mon affection et respect*

*A tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la
réalisation de ce travail*

Laïla

Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier **Mr Mohammed LAHLOU**, le directeur général de la société SARAPROC MAROC, de m'avoir accueilli dans son équipe.

J'exprime ma reconnaissance aussi auprès du **Mr Abdenbi RITALE**, le directeur technique de la société SARAPROC MAROC de m'avoir fait bénéficier de ses connaissances du domaine de la chimie organique.

J'exprime ma profonde reconnaissance à **Mme Fatima Ezzahra KASSIMI** d'avoir assuré l'encadrement de ce travail. De plus, je tiens à lui exprimer toute ma gratitude pour sa gentillesse et pour l'aide qu'elle m'a apporté au cours de ce travail. Son intérêt et sa disponibilité m'ont été d'un grand profit.

Je remercie également **Pr. Souad RAKASS**, mon encadrante académique qui a su me faire profiter de son expérience et de ces compétences professionnelles ce qui a été une aide précieuse pour l'achèvement de ce travail. Je désire lui témoigner toute ma reconnaissance pour la confiance qu'elle m'a fait accorder et je souhaite que ce travail soit à la hauteur de ses espérances.

Je suis également reconnaissante aux membres de jurys, **Pr. Abdellatif BOUKIR** et **Pr. Said CHAKROUNE**, pour l'intérêt qu'ils ont porté à mon travail en acceptant de l'examiner.

Un merci très spécial à toute l'équipe de la société SARAPROC MAROC pour leur bienveillance et leur accueil chaleureux.

En espérant n'avoir oublié personne.

Résumé

L'objectif de ce travail a été de contrôler la qualité de quelques détergents commercialisés par la société SARAPROC MAROC, à savoir : l'eau de Javel, la soude caustique liquide et l'Oxycide AP8, dans le but de s'assurer de la conformité de ces détergents à la norme ISO 8212:1986. Ce travail a porté également sur l'étude de la stabilité de l'eau de Javel sous l'effet des éléments extérieurs suivants : la lumière, l'obscurité, les métaux lourds (le fer) et la dilution de la solution de l'eau de Javel, afin de déterminer les meilleures conditions de conservation de l'eau de Javel.

Cette étude a montré que les détergents analysés sont bien conformes à la norme ISO 8212:1986, et donc ils peuvent être vendus par la société ou utilisés pour fabriquer d'autres produits ; c'est le cas de la soude liquide qui est utilisée par la société pour fabriquer les dégraissants. Tant que l'étude de la stabilité de l'eau de Javel a montré qu'elle doit être conservée à l'abri de la lumière dans des emballages en plastique et non pas en métal, d'éviter le contact de la solution de l'eau de Javel avec les métaux lourds (tel que le fer) et de la diluer avec l'eau distillée pour ne pas contribuer à l'accélération de sa dégradation spontanée dans le temps.

Abstract

The objective of this work was to control the quality of some detergents marketed by the company SARAPROC MAROC, namely: bleach, liquid caustic soda and Oxycide AP8, in order to ensure the compliance of these detergents with the supplier's certificates of analysis. This work also focused on the study of the stability of bleach under the effect of the following external elements: light, darkness, heavy metals (iron) and the dilution of the solution of bleach, to determine the best storage conditions for bleach.

This study showed that the detergents analyzed do indeed comply with the supplier's certificates of analysis, and therefore they can be sold by the company or used to manufacture other products; this is the case of liquid soda which is used by the company to manufacture degreasers. As long as the study of the stability of bleach has shown that it must be stored away from light in plastic containers and not in metal, to avoid contact with the solution of the bleach with heavy metals (such as iron) and dilute it with distilled water so as not to contribute to the acceleration of spontaneous degradation over time.

Sommaire

Dédicace.....	I
Remerciements.....	II
Résumé.....	III
Sommaire.....	IV
Liste des Figures	VI
Liste des Tableaux	VII
Liste des abréviations.....	VIII
Introduction générale.....	1
Chapitre 1 : Présentation de la société SARAPROC MAROC.....	3
1. Présentation générale de la société SARAPROC MAROC.....	4
2. Stratégie de la société.....	4
3. Activités de la société.....	4
4. Secteurs d'activités de la société.....	5
5. Gammes des produits finis.....	5
6. Organigramme de la société.....	6
Chapitre 2 : Revue bibliographique.....	7
I. L'eau de javel.....	8
1. Propriétés de l'eau de Javel.....	8
1.1. Propriété physico-chimiques de l'eau de Javel.....	8
1.2. Propriétés oxydantes de l'eau de Javel.....	8
1.3. Réactivité de l'eau de Javel.....	8
2. Titre de l'eau de Javel.....	9
2.1. Degré chlorométrique.....	9
2.2. Pourcentage du chlore actif.....	9
3. Procédé de fabrication de l'eau de javel.....	10
4. Stabilité et conservation de l'eau de Javel.....	10
4.1. Influence de la lumière sur la stabilité de l'eau de Javel.....	10
4.2. Influence de la température sur la stabilité de l'eau de Javel.....	11
4.3. Influence de l'air sur la stabilité l'eau de Javel.....	12
4.4. Influence des métaux sur la stabilité de l'eau de Javel.....	12
4.5. Influence de la dilution sur la stabilité de l'eau de Javel.....	12
5. Effets de l'eau de Javel sur la santé humaine et l'environnement.....	12
II. L'hydroxyde de sodium.....	13
1. Propriétés physico-chimiques de la soude.....	13

2. Procédé de fabrication de la soude.....	13
3. Stabilité et conservation de la soude.....	14
4. Effets de la soude sur la santé humaine et l'environnement.....	14
III. L'oxyde AP8.....	15
1. Le peroxyde d'hydrogène.....	15
1.1. Propriétés physico-chimiques du peroxyde d'hydrogène.....	15
1.2. Stabilité et conservation du peroxyde d'hydrogène.....	15
1.3. Effets du peroxyde d'hydrogène sur la santé humaine et sur l'environnement.....	15
2. L'acide per-acétique.....	16
2.1. Propriétés physico-chimiques de l'acide per-acétique.....	16
2.2. Procédé de fabrication de l'acide per-acétique.....	16
2.3. Stabilité de l'acide per-acétique.....	16
2.4. Effets de l'acide per-acétique sur la santé humaine	17
IV. Contrôle de qualité des produits détergents.....	17
Chapitre 3 : Matériels et méthodes expérimentales.....	19
1. Contrôle de qualité des produits finis ou à la réception.....	20
1.1. Analyse physico-chimique de l'eau de Javel.....	20
1.2. Analyse physico-chimique de la soude.....	21
1.3. Analyse physico-chimique de l'Oxyde AP8.....	22
2. Etude de la stabilité de l'eau de Javel.....	23
2.1. Effet de la lumière sur la stabilité de l'eau de Javel.....	23
2.2. Effet de l'obscurité sur la stabilité de l'eau de Javel.....	24
2.3. Effet des métaux sur la stabilité de l'eau de Javel.....	24
2.4. Effet de la dilution sur la stabilité de l'eau de Javel.....	24
Chapitre 4 : Résultats et discussions.....	26
1. Contrôle de qualité des produits finis ou à la réception.....	27
1.1. Analyse physico-chimique de l'eau de Javel.....	27
1.2. Analyse physico-chimique de la soude.....	27
1.3. Analyse physico-chimique de l'Oxyde AP8.....	28
2. Etude de la stabilité de l'eau de Javel.....	28
2.1. Effet de la lumière sur la stabilité de l'eau de Javel.....	28
2.2. Effet de l'obscurité sur la stabilité de l'eau de Javel.....	29
2.3. Effet des métaux sur l'eau de Javel l'eau de Javel.....	30
2.4. Effet de la dilution sur la stabilité de l'eau de Javel.....	31
2.5. Conditions de conservation de l'eau de Javel.....	33
Conclusion générale.....	34
Références bibliographiques.....	35

Liste des Figures

Figure 1 : Organigramme de la société SARAPROC MAROC

Figure 2 : Procédé de fabrication de l'eau de Javel

Figure 3 : Effet de la lumière sur la stabilité de l'eau de Javel

Figure 4 : Variation du °Chl pour une eau de Javel à 50°Chl conservée à différentes températures pendant 52 semaines

Figure 5 : Influence du catalyseur sur la concentration de l'eau de Javel

Figure 6 : Procédé de fabrication de la soude par électrolyse de la saumure

Figure 7 : Evolution du degré chlorométrique des quatre échantillons de l'eau de Javel selon la durée de contact avec le soleil

Figure 8 : Evolution du pH des quatre échantillons de l'eau de Javel selon la durée de contact avec le soleil

Figure 9 : Evolution du degré chlorométrique des quatre échantillons de l'eau de Javel à l'obscurité

Figure 10 : Evolution du pH des quatre échantillons de l'eau de Javel à l'obscurité

Figure 11 : Evolution du degré chlorométrique des quatre échantillons de l'eau de Javel en présence du fer

Figure 12 : Evolution du pH des quatre échantillons de l'eau de Javel en présence du fer

Figure 13 : Evolution du degré chlorométrique des trois échantillons de l'eau de Javel préparés avec l'eau distillée

Figure 14 : Evolution du pH des trois échantillons de l'eau de Javel préparés avec l'eau distillée

Figure 15 : Evolution du degré chlorométrique des trois échantillons de l'eau de Javel préparés avec l'eau du robinet

Figure 16 : Evolution du pH des trois échantillons de l'eau de Javel préparés avec l'eau du robinet

Liste des Tableaux

Tableau 1 : Extrait des produits commercialisés par la société SARAPROC MAROC

Tableau 2 : Propriétés physico-chimiques de l'eau de Javel

Tableau 3 : Propriétés physico-chimiques de la soude

Tableau 4 : Propriétés physico-chimiques du peroxyde d'hydrogène

Tableau 5 : Propriétés physico-chimiques de l'acide per-acétique

Tableau 6 : Résultats des analyses physico-chimiques de l'eau de Javel

Tableau 7 : Résultats des analyses physico-chimiques de la soude

Tableau 8 : Résultats des analyses physico-chimiques de l'Oxycide AP8

Liste des abréviations

- **IAA** : Industrie agro-alimentaire
- **CQ** : Contrôle de qualité
- **AOX** : Halogènes organiques adsorbables
- **c.a.** : Chlore actif
- **°Chl** : Degré chlorométrique
- **UV** : Ultra-violet
- **CNTP** : Conditions normales de température et de pression
- **PE** : Polyéthylène
- **APA** : Acide per-acétique

Introduction générale

Un détergent est un composé chimique, souvent dérivé du pétrole, doté de propriétés tensioactives qui permettent d'éliminer les salissures, et que l'on retrouve principalement dans les savons, lessives, nettoyeurs pour les sols, pour les surfaces et autres. Il existe trois grandes catégories des détergents : les détergents anioniques, les détergents non ioniques et les détergents cationiques selon la partie de la molécule dotée de propriétés détergentes. Les détergents sont composés généralement de : l'eau qui entraîne les salissures détachées par le lavage, les tensioactifs ou agents de surface qui provoquent la rupture des liaisons entre les saletés et les supports, les adjuvants qui sont des produits moussants surtout utilisés en agro-alimentaire et les colorants et déodorants qui servent à colorer, déodoriser ou conférer une odeur au produit [1].

La caractéristique majeure d'un détergent est la valeur de son pH, et on peut les classer selon cette valeur en détergent alcalin qui est un agent dégraissant à pH élevé comme la soude (NaOH) et l'hypochlorite de sodium ou l'eau de Javel (NaClO), détergent neutre à pH entre 6 et 8 comme les détergents d'entretien et détergent acide qui est un produit détartrant ou désincrustant à pH acide comme l'acide chlorhydrique (HCl), ils sont très puissants et destinés aux remises en état du support et permettent de nettoyer et d'éliminer le calcaire, la laitance du ciment, la rouille et diverses autres salissures [2].

Les détergents sont des produits chimiques instables en majorité, ce qui impose leur contrôle de qualité avant leur conditionnement ou même après leur conditionnement pour s'assurer de leur conformité aux normes, aux exigences des clients et de la société et pour garantir la sécurité du consommateur. De plus, le contrôle de qualité des détergents est devenu incontournable dans l'industrie moderne car il vise à satisfaire les demandes du client et à garantir la sécurité d'emploi du produit. Par conséquent, il nécessite des procédures simples et rapides afin de surveiller, détecter et corriger les écarts anormaux par rapport à certaines spécifications du produit [3].

L'eau de Javel est un détergent alcalin très puissant mais en même temps très instable, et sa décomposition est influencée par des éléments extérieurs, qui sont : la lumière, la chaleur, l'air, la présence des ions métalliques (fer, cuivre, nickel, cobalt, manganèse...), la dilution de la solution de l'eau de Javel, ainsi que la vitesse de cette décomposition est d'autant plus élevée que la concentration de la solution est importante. Les moyens pour ralentir la décomposition spontanée de l'eau de Javel avec le temps sont les bonnes conditions de température, de propreté au cours de la fabrication et de la conservation. C'est pourquoi, il est recommandé de conserver l'eau de Javel à l'abri de la lumière, de la chaleur, de l'air, des ions métalliques, de la diluer avec l'eau distillée et d'utiliser pour son conditionnement des emballages en polyéthylène (PE) et non pas en métal [4].

Au cours de ce stage effectué au sein de la société SARAPROC MAROC, j'ai pu m'intéresser au contrôle de qualité de quelques détergents commercialisés par la société qui sont : l'eau de Javel, la soude caustique liquide et l'Oxycide AP8 (détergents fabriqués à base de l'acide per-acétique et du peroxyde d'hydrogène). Le contrôle de qualité de ces détergents a été effectué par les analyses

physico-chimiques suivants : le pH, la densité, la concentration, le degré Baumé, le degré chlorométrique et le pourcentage du chlore actif, dans le but de vérifier leur conformité à la norme ISO 8212:1986. Ce travail porte aussi sur l'étude de la stabilité de l'eau de Javel par tester l'influence de plusieurs éléments extérieurs qui sont : la lumière, l'obscurité, la présence du fer dans la solution et la dilution de la solution (avec l'eau distillée et l'eau du robinet), et cette étude est faite dans le but de déterminer les meilleures conditions de conservation de l'eau de Javel.

En effet, ce rapport de stage s'articulera autour de quatre chapitres : Le premier chapitre dédié à une présentation de l'organisme d'accueil, ses activités et les secteurs de ses activités. Le second chapitre est consacré à une revue bibliographique qui porte sur : l'eau de Javel, la soude caustique liquide, l'Oxycide AP8, l'acide per-acétique, le peroxyde d'hydrogène et le contrôle de qualité des détergents. Le troisième chapitre décrit le matériel et les méthodes utilisées pour réaliser ces études. Et le dernier chapitre concernera une présentation et une interprétation des résultats trouvés.

Chapitre 1 :
Présentation de la société
SARAPROC MAROC

1. Présentation générale de la société :

Depuis sa création en 21 Mars 2002, SARAPROC MAROC vise continuellement à assurer et à garantir au consommateur un environnement sain et une hygiène de vie irréprochable. Elle joue un rôle central au sein des autorités de réglementation pour la mise en œuvre de la nouvelle législation européenne sur les produits chimiques et entend promouvoir la protection de la santé humaine et de l'environnement ainsi que l'innovation et la compétitivité [5].

2. Stratégie de la société :

SARAPROC MAROC s'engage à procurer au monde un avenir plus propre et plus sain reposité principalement sur la durabilité, et elle a réussi à développer six piliers de cette dernière [5] :

- **Les opérations** : Préserver la terre pour les générations futures en réduisant continuellement l'impact environnemental de ses produits et ses exploitations. En sa qualité de leaders industriels dans la protection de l'environnement, elle est engagée publiquement à parvenir à des réductions conséquentes et mesurables de son impact environnemental.
- **Les clients** : Protéger la vie de ses clients en produisant des produits qui rendent leur environnement plus sûr et plus hygiénique.
- **Les communautés** : Estimer que chaque endroit où elle opère devrait être meilleur dès qu'elle soit présente.
- **La main d'œuvre** : Investir dans la sécurité des employés ainsi que dans leur formation.
- **Les partenaires** : Entrer en collaboration avec des leaders d'opinion à travers le monde afin de promouvoir sa vision de la durabilité au sein de son industrie.
- **La gouvernance** : Respecter les normes de déontologie et de légalité les plus exigeantes dans toutes ses actions, ainsi qu'elle évalue ses pratiques commerciales régulièrement.

3. Principaux activités de la société :

Les différentes activités qui caractérisent la société SARAPROC MAROC sont [6] :

- La fabrication et la commercialisation des produits d'hygiène et de désinfection pour les locaux d'élevage et l'industrie agroalimentaire, des compléments alimentaires des animaux, des produits agricoles, des produits et actifs cosmétiques, des produits pour traitement des eaux et des produits pour l'entretien et la maintenance des véhicules.
- L'entreposage et la revente des alcools.
- Le stockage et la commercialisation des additifs alimentaires.
- L'import et la distribution exclusive, depuis 2012, pour le Maroc des fertilisants italiens PUCCIONI.
- L'import et l'export des produits chimiques et de toutes les gammes fabriquées par la société.

4. Secteurs d'activité :

La société SARAPROC MAROC est spécialisée dans l'hygiène ménagère et industrielle. Et ses produits sont dédiés pour : l'industrie agroalimentaire (IAA), l'industrie pharmaceutique, l'élevage, l'hôtellerie, la restauration, la tannerie, l'industrie du textile et des peintures [6].

5. Gammes des produits finis :

SARAPROC MAROC met à la disposition de ses clients un large éventail de produits adaptés à leur secteur d'activité. Le Tableau 1 présente un extrait des produits commercialisés par la société [5] :

Tableau 1 : Extrait des produits commercialisés par la société SARAPROC MAROC

Gammes des produits	Produits	Exemples de produits
Produits chimiques industriels	Détergents	Soude (NaOH), Acide acétique (CH ₃ COOH), Acide chlorhydrique (HCl), Hypochlorite de sodium (NaClO)...
	Désinfectants	Alcool éthylique (CH ₃ -CH ₂ -OH)...
	Tensio-actifs	Lauryl éther sulfate de sodium (SLES), Oxyde de lauramine ...
	Conservateurs	Sorbate de potassium (E202), Nitrite de sodium (E250)...
Hygiène industrielle	Désinfectants	Gel hydroalcoolique, Solution hydroalcoolique...
	Produits du nettoyage en place (N.E.P)	ALCANEP N33 (Lessive de soude 33%), NITRICIP 63N (Acide nitrique 63%)...
Hygiène publique et collective	Détergents	Dégraissant four, Savon vaisselle, Lessive en poudre, Assouplissant linge, Eau de Javel, Détartrant ménager...
	Désinfectants	Savon liquide mains, Antiseptique

N.B : Le Tableau 1 ne présente pas la totalité de gammes des produits commercialisés par la société SARAPROC MAROC, mais juste des exemples.

6. Organigramme de la société :

La structure interne de la société SARAPROC MAROC, qui montre les relations fonctionnelles entre les employés est présentée par la Figure 1 [6] :

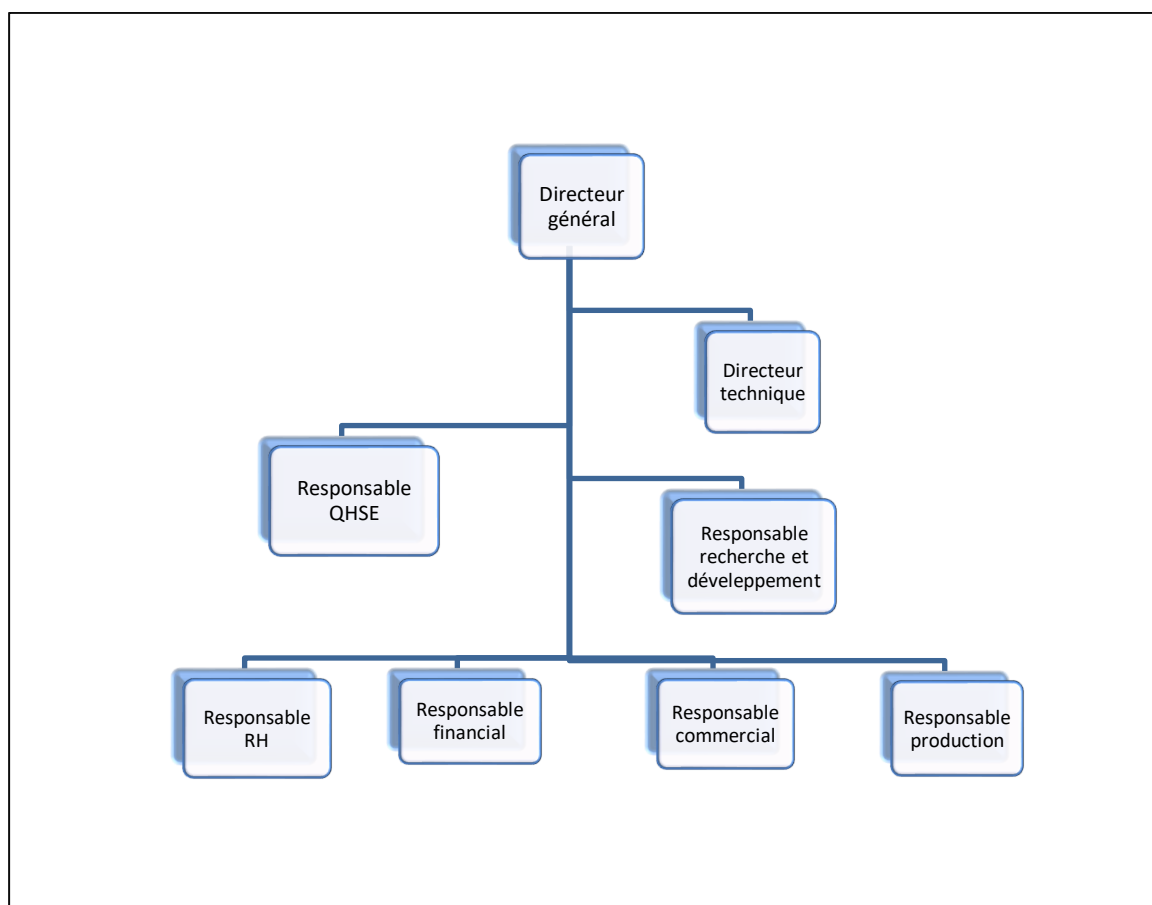


Figure 1: Organigramme de la société SARAPROC MAROC

Chapitre 2 :
Revue bibliographique

I. L'eau de Javel :

L'eau de Javel est une solution aqueuse et alcaline d'hypochlorite de sodium (NaClO). Elle est formée à base du chlore qui a une odeur caractéristique, le chlore actif libre présent dans la solution agit à deux façons : par son pouvoir oxydant et par chloration immédiate et spécifique des fonctions aminées des protéines. Ainsi que l'eau de Javel est caractérisée par son action blanchissante, bactéricide, fongicide et virucide [7]. De plus, c'est un produit désinfectant qui peut se présenter sous forme liquide ou solide par des pastilles d'hypochlorite de sodium [8].

1. Propriétés de l'eau de Javel :

1.1. Propriétés physico-chimiques de l'eau de Javel :

Les solutions concentrées et diluées d'hypochlorite de sodium ont un léger reflet jaune vert sentant le chlore et parfaitement solubles dans l'eau [9], les autres propriétés physico-chimiques de l'eau de Javel sont regroupées dans le Tableau 2 [10, 11,12] :

Tableau 2 : Propriétés physico-chimiques de l'eau de Javel

Paramètre	Valeur correspondante
Masse molaire (g/mol)	74,5
pH	12,5
Densité (g/cm ³) à 20°C	1,03
Point d'ébullition (°C)	40
Point de congélation (°C)	-13,6

1.2. Propriétés oxydantes de l'eau de Javel :

Les propriétés oxydantes de la solution d'hypochlorite de sodium sont dues à la présence de l'ion hypochlorite ClO⁻, qui est un oxydant puissant et un agent actif à l'origine du pouvoir blanchissant de l'hypochlorite de sodium [12].

La solution d'hypochlorite de sodium est d'autant plus oxydante que son pH est faible, mais même à pH=14 son pouvoir oxydant reste élevé. Elle peut ainsi oxyder de nombreux composés toxiques en composés inoffensifs tels que : le dioxyde de soufre (SO₂), le sulfure d'hydrogène (H₂S) [13]. Et son action décolorante et désinfectante est due à sa capacité d'oxyder de nombreux composés organiques [14].

1.3. Réactivité de l'eau de Javel :

- Réactivité avec les acides :

Quand l'eau de Javel est mise en contact avec un acide tel que l'acide chlorhydrique (HCl), il se produit un dégagement du dichlore qui très toxique. L'équation de la réaction est la suivante [13] :



- Réactivité avec les bases :

Lorsque l'hypochlorite de sodium (NaClO) est mis en présence des bases, tel que l'ammoniac, il donne des chloramines selon la réaction suivante [14] :



Les chloramines gazeuses sont très irritantes, c'est pour cela qu'il ne faut pas mélanger la solution d'hypochlorite de sodium avec des bases [15].

1.4. Propriétés désinfectantes de l'eau de Javel :

Les propriétés désinfectantes de l'eau de Javel sont dues au pouvoir bactéricide de l'acide hypochloreux (HClO) qui diffuse à travers la paroi des cellules des entités microscopique, en détruisant des protéines membranaires [16]. Suivant la concentration en acide hypochloreux et le temps du contact avec les micro-organismes, l'action de l'eau de Javel pourra être inhibitrice ou destructive ou une combinaison des deux [17].

2. Titre de l'eau de Javel :

La concentration de l'eau de Javel est exprimée principalement par son degré chlorométrique ou par son pourcentage du chlore actif.

2.1. Degré chlorométrique (°Chl) :

Le degré chlorométrique (°Chl) est une unité pour exprimer la concentration de l'eau de Javel, il est défini comme étant le volume du dichlore gazeux utilisé pour fabriquer 1 litre de solution d'hypochlorite de sodium (NaClO) dans les CNTP, sachant qu'il est fabriqué par réaction de la soude avec le dichlore selon la réaction suivante [18] :



On peut aussi rencontrer la définition : le degré chlorométrique d'une solution d'hypochlorite de sodium est le volume du dichlore gazeux qu'un litre de solution peut produire au cours de sa réaction avec un acide selon la réaction suivante [19] :



2.2. Pourcentage du chlore actif (c.a.) :

Cette expression représente la teneur de la solution en chlore actif exprimée sous forme d'un pourcentage pondéral. Ce pourcentage correspond à la masse du dichlore formé à partir de 100g de l'eau de Javel [19]. Les concentrations obtenues industriellement sont généralement de 12,5 à 13% du chlore actif et ces solutions sont dénommées extraits de Javel, le terme extrait est réservé aux solutions du titre au moins 10,7% de c.a. et peut atteindre 25%, les solutions du titre inférieur étant appelées eaux de Javel [19].

3. Procédé de fabrication de l'eau de Javel :

La solution d'hypochlorite de sodium est fabriquée par absorption du chlore (Cl) dans une solution de soude caustique (NaOH), c'est une réaction exothermique et qui s'écrit sous la forme suivante [20]:



La figure 2 présente le procédé industriel de fabrication de l'eau de Javel qui consiste à mettre en circulation la soude dans une colonne alimentée par le chlore à contre courant. Dans cette colonne, la soude se transforme en hypochlorite de sodium. Et pour éviter la décomposition de l'hypochlorite de sodium par la chaleur dégagée par la réaction, la chaleur sera évacuée par un échangeur de chaleur [20].

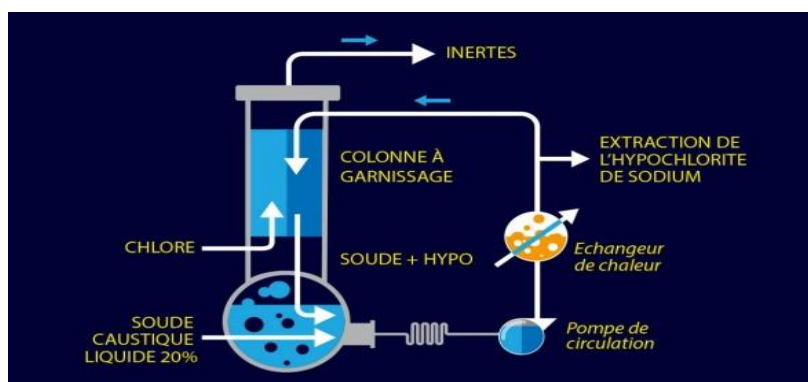


Figure 2: Procédé de fabrication de l'eau de Javel

4. Stabilité et conservation de l'eau de Javel :

L'eau de Javel est très instable et elle se décompose spontanément et lentement à température ambiante. La lumière, la chaleur, l'air, la concentration et les ions métalliques accélèrent cette dégradation dans le temps.

4.1. Influence de la lumière sur la stabilité de l'eau de Javel :

La Figure 3 montre l'influence de la lumière et en particulier les rayonnements ultra-violetts (UV) sur la stabilité de l'eau de Javel et sur la vitesse de sa dégradation. D'où la conservation de la solution d'hypochlorite de sodium doit être dans des récipients opaques [21].

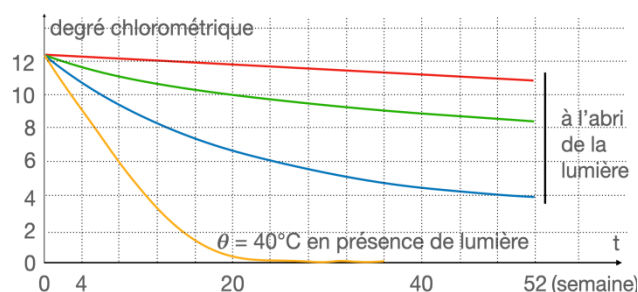


Figure 3 : Effet de la lumière sur la stabilité de l'eau de Javel

4.2. Influence de la température sur la stabilité de l'eau de Javel :

Comme pour toutes les réactions chimiques, une élévation de la température se traduit par une augmentation de la vitesse de la réaction. Pour l'eau de Javel, une élévation de température se traduit par une décomposition de la solution ce qui est présenté par la Figure 4 :

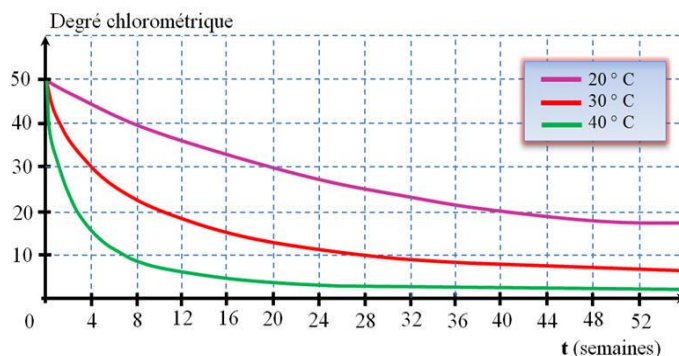


Figure 4 : Variation du °Chl d'une eau de Javel conservée à différentes température pendant 52 semaines [21]

Cette décomposition est due à une dismutation spontanée de l'hypochlorite de sodium (NaClO) en chlorure de sodium (NaCl) et chlorate de sodium (NaClO_3) selon la réaction suivante [21]:



En conséquence, l'eau de Javel doit être conservée à l'abri de la chaleur et utilisée à froid pour éviter sa destruction spontanée [22].

4.3. Influence de l'air sur la stabilité de l'eau de Javel :

La dissolution du dioxyde de carbone (CO_2) de l'air dans l'hypochlorite de sodium (NaClO), entraîne la formation d'acide hypochloreux (HOCl) selon la réaction suivante :



L'acide hypochloreux (HOCl) est très peu stable et se décompose en donnant le dichlore suivant la réaction suivante [22] :



Pour cette raison, un excès d'ions OH^- (exprimé en NaOH) est laissé pour neutraliser l'effet du CO_2 de l'air. Et pour éviter la décomposition de l'eau de Javel suite à son contact avec l'air les flacons doivent être maintenus fermés [22].

4.4. Influence des métaux sur la stabilité de l'eau de Javel :

La stabilité de l'eau de javel est régie par les lois de la cinétique chimique, c'est pour cela la présence des ions métalliques dans la solution (fer, cuivre, zinc), qui sont considérés comme un catalyseur, accélère la vitesse de sa décomposition, ce qui est présenté par la Figure 5 [23] :

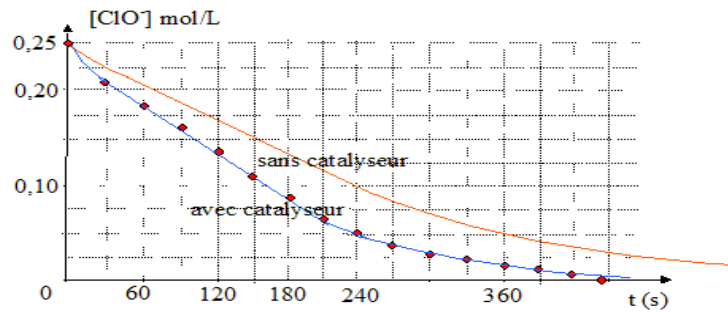


Figure 5: Influence du catalyseur sur la concentration de l'eau de Javel

Pour cette raison, lors de la fabrication ou du stockage de l'eau de Javel, elle ne devra pas être en contact avec des métaux comme : cuivre, zinc, fer ainsi que l'emballage ne doit strictement pas être métallique [23].

4.5. Influence de la dilution sur la stabilité de l'eau de Javel :

L'ion hypochlorite (ClO^-) contenu dans l'eau de Javel est fortement oxydant et il est susceptible d'oxyder l'eau en donnant un dégagement de dioxygène (O_2) [24]. Les réactions mises en jeu sont les suivantes :



L'équation globale est :



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



La réduction de l'ion hypochlorite par l'eau est lente mais impose une limite de durée d'utilisation à l'eau de Javel : un an pour l'eau de Javel diluée et trois mois pour les extraits de Javel. De plus si l'eau du robinet est utilisée pour faire la dilution de l'eau de Javel, la vitesse de sa décomposition va s'élever du fait que l'eau du robinet peut contenir des traces métalliques tel que : le fer, le cuivre, le cobalt, le manganèse [24].

5. Effets sur la santé humaine et l'environnement :

✓ Effets de l'eau de Javel sur la santé humaine :

Le chlore peut être absorbé par inhalation lorsqu'on respire de l'air contaminé ou par ingestion si on consomme de l'eau ou de la nourriture contaminée. Il ne reste pas dans le corps du fait de sa réactivité, mais respirer de petites quantités du chlore pendant des périodes courtes affecte le système respiratoire [25]. La solution d'hypochlorite de sodium est un produit toxique, caustique et corrosif qui provoque des brûlures sur la peau et les yeux. La projection de la solution dans les yeux nécessite un lavage immédiat et prolongé avec de l'eau [25].

✓ Effets de l'eau de Javel sur l'environnement :

L'eau de Javel est très préjudiciable à l'environnement, elle n'est pas biodégradable car elle tue les bactéries responsables de la biodégradation [26]. Lors de sa production, de son utilisation puis son rejet avec les eaux domestiques, le chlore libéré peut se combiner à des molécules organiques et former des composés organochlorés qui sont toxiques [27]. De plus, la réaction principale au cours de l'utilisation de l'eau de Javel est une oxydation entraîne la libération de chlorure de sodium (NaCl), l'oxygène et l'eau. D'autres substances se forment, en faible quantité, comme le chloroforme et les AOX (halogènes organiques adsorbables) appartenant à la classe des composés halogénés organiques qui sont très toxiques [28].

II. L'hydroxyde de sodium :

L'hydroxyde de sodium ou la soude, se présente sous la forme solide comme un corps blanc et translucide ou sous forme d'une solution incolore. Elle est très utilisée dans l'industrie des savons, l'industrie des textiles artificiels et dans le raffinage du pétrole [29].

1. Propriétés physico-chimiques de la soude :

L'hydroxyde de sodium est une base forte miscible à l'eau et très soluble dans les alcools, et sa dissolution dans l'eau s'accompagne d'une libération très importante de chaleur [29]. Le Tableau 3 présente le reste de ses paramètres physico-chimiques [29] :

Tableau 3 : Propriétés physico-chimiques de la soude

Paramètre	Valeur correspondante
pH	14
Densité (g/cm ³) à 20°C	1,52
Viscosité (mPa.s) à 20°C	78
Point d'ébullition (°C)	142
Point de congélation (°C)	12

2. Procédé de fabrication de la soude:

La solution de soude peut être produite par deux voies :

- **Par électrolyse de la saumure (NaCl) :**

La soude est obtenue par électrolyse du chlorure de sodium (NaCl), avec une cathode du mercure ou du nickel et une anode du titane comme il est présenté par la Figure 6 :

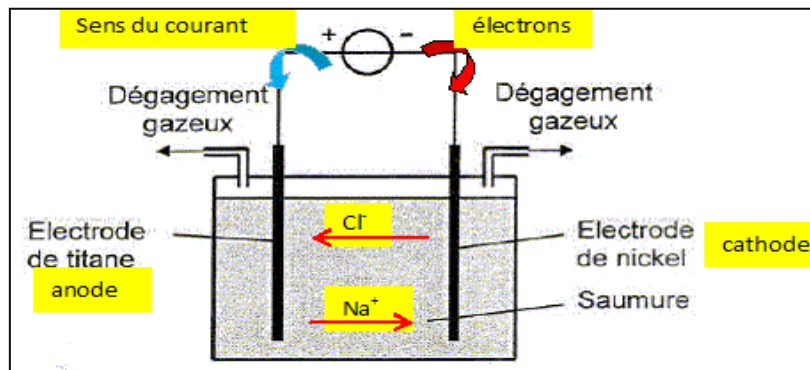


Figure 6: Procédé de fabrication de la soude par électrolyse de la saumure

Cette opération produit en même temps du chlore, de l'hydroxyde de sodium en solution et de l'hydrogène [30]. Les réactions mises en jeu au niveau des deux électrodes sont les suivantes :

- À l'anode : $2\text{Cl}^- \longrightarrow \text{Cl}_2 + 2\text{e}^-$
- À la cathode : $\text{Na}^+ + \text{H}_2\text{O} + \text{e}^- \longrightarrow \text{NaOH} + \frac{1}{2} \text{H}_2$

- **A partir du carbonate de sodium (Na_2CO_3) :**

Cette méthode s'appelle **la caustification** ou **la caustication**, par l'ajout de la chaux ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) au carbonate de sodium (Na_2CO_3) selon la réaction suivante [30]:



3. Stabilité et conservation de la soude:

L'hydroxyde de sodium est très réactif et incompatible avec l'eau, les acides et les agents oxydants. Ainsi qu'il est corrosif pour les alliages d'aluminium et pour les métaux. C'est pour cela, la soude doit être conservée dans des locaux frais (la température recommandée est entre 15 et 25 °C), dans des récipients en matériel compatible à la soude comme l'acier, l'acier inoxydable, l'acier au carbone ou polyéthylène (PE) [31]...

4. Effets de la soude sur la santé humaine et l'environnement :

- ✓ Effets de la soude sur la santé humaine :

L'hydroxyde de sodium est un produit corrosif et très dangereux, qui peut provoquer des brûlures graves au niveau du tube digestif, de la peau et des tissus de l'œil, avec risque de perte de vue si un lavage abondant pour l'œil n'est pas effectué immédiatement. C'est pour cela, il est recommandé de porter des gants et des lunettes lors de la manipulation avec la soude [29].

- ✓ Effets de la soude sur l'environnement :

Le risque que présente la soude pour l'environnement est dû à l'ion hydroxyle (OH^-), car une forte concentration de soude dans l'eau entraîne une élévation de l'alcalinité de l'eau qui peut être nocive à la vie aquatique et pollue aussi les nappes phréatiques [29].

III. L'Oxycide AP8 :

L'Oxycide AP8 est un produit commercialisé par la société SARAPROC MAROC qui appartient à la gamme destinée à l'hygiène industriel, c'est un agent du blanchissement à base du **peroxyde d'hydrogène**, de l'**acide per-acétique** et des stabilisateurs du blanchiment, utilisé comme désinfectant pour les surfaces, les outils de travail et les matériels [5].

1. Le peroxyde d'hydrogène (H₂O₂) :

Le peroxyde d'hydrogène ou l'eau oxygénée (H₂O₂) est un désinfectant efficace avec un bon pouvoir bactéricide et virucide, il est utilisé principalement pour blanchir la pâte à papier, pour le traitement d'eau et pour la synthèse des produits chimiques. Son action blanchissante est attribuée à l'ion perhydroxyle (HO₂⁻) [30].

1.1. Propriétés physico-chimiques du peroxyde d'hydrogène :

Le peroxyde d'hydrogène (H₂O₂) se présente sous forme d'un liquide incolore, d'une odeur piquante qui augmente bien entendu avec la concentration de la solution. Il peut être oxydant pour nombreux composants, et réducteur pour les oxydants forts [31]. Le Tableau 4 présente les propriétés physico-chimiques du peroxyde d'hydrogène [32] :

Tableau 4: Propriétés physico-chimiques du peroxyde d'hydrogène

Paramètre	Valeur correspondante
pH	4,5
Densité (g/cm ³) à 20°C	1,45
Masse molaire (g/mol)	34,01
Point de fusion (°C)	-0,41
Point d'ébullition (°C)	150,2

1.2. Stabilité et conservation du peroxyde d'hydrogène :

La solution du peroxyde d'hydrogène est peu stable, sa décomposition peut être accélérée par la présence des catalyseurs tels que les métaux, les oxydes et les hydroxydes des métaux lourds qui provoquent même à faible teneur une décomposition rapide de la solution. L'élévation de la température, la lumière, l'ajout des produits du pH≥5 contribuent à la favorisation de cette décomposition. Donc, le peroxyde d'hydrogène doit être conservé à l'écart de la chaleur et des produits incompatibles et le récipient doit être pourvu d'un évent et doit rester fermé [35].

1.3. Effet du peroxyde d'hydrogène sur la santé humaine et sur l'environnement :

✓ Effet du peroxyde d'hydrogène sur la santé humaine :

L'eau oxygénée est faiblement toxique pour l'homme grâce aux peroxydases qui la décomposent naturellement. Elle peut quand même induire des effets irritants ou caustiques sur la peau et

les yeux. Elle peut aussi engendrer des eczémas et des réactions phototoxiques [33].

✓ Effet du peroxyde d'hydrogène sur l'environnement :

À de fortes concentrations, l'eau oxygénée peut provoquer une explosion avec des matières organiques (huiles, graisses, kérosène...) et l'inflammation spontanée de matériaux tels que le bois, la paille ou le coton. De plus, des vapeurs explosives peuvent se former en cas d'ébullition [34].

2. L'acide per-acétique (APA) :

L'acide per-acétique (APA) est un acide faible qui n'existe pas à l'état pur, c'est un agent nettoyant et désinfectant utilisé dans l'industrie pharmaceutique et dans le domaine médical et comme un stérilisant à froid [36].

2.1. Propriétés physico-chimiques de l'acide per-acétique :

L'acide per-acétique (CH_3COOOH) est un agent oxydant qui se présente sous forme d'un liquide incolore, d'odeur piquante à forte concentration, miscible à l'eau en toutes proportions et très soluble dans l'éthanol [37]. Le Tableau 5 présente les principales propriétés physico-chimiques des solutions aqueuses d'acide per-acétique [38] :

Tableau 5: Propriétés physico-chimiques de l'acide per-acétique

Paramètre	Valeur correspondante
pH	2,8
Masse molaire (g/mol)	76,06
Densité (g/cm ³) à 20°C	1,15
Point de fusion (°C)	0
Point d'ébullition (°C)	105

2.2. Procédé de fabrication de l'acide per-acétique :

L'acide per-acétique est obtenu à partir d'un mélange en volumes calculés de l'acide acétique (CH_3COOH) et du peroxyde d'hydrogène (H_2O_2) à température ambiante, après un temps dit de maturation, l'acide per-acétique est généré selon la réaction suivante [39] :



Cette réaction est un équilibre réversible, d'où la nécessité d'ajouter un stabilisant qui l'oriente préférentiellement dans le sens de la formation de l'acide per-acétique. Les stabilisants sont notamment des acides du type phosphorique (H_3PO_4), nitrique (HNO_3) ou sulfurique (H_2SO_4) [39].

2.3. Stabilité de l'acide per-acétique :

L'acide per-acétique en étant très instable il se décompose selon trois réactions majeures [39] :



Cette réaction est accélérée par l'élévation de la température de la pièce (au-delà de 30°C) ou l'ouverture prolongée du flacon qui contient la solution.

- Réaction catalysée par des ions métalliques [40] :



La décomposition des solutions aqueuses d'acide per-acétique peut être fortement accélérée par la présence d'impuretés métalliques (fer, cuivre, manganèse...) présents dans les eaux de dilution.

- Réaction d'hydrolyse : $\text{CH}_3\text{COOOH} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{CH}_3\text{COOH} + \text{H}_2\text{O}_2$

La réaction d'hydrolyse est amorcée par l'addition d'eau pouvant provenir du rinçage de l'endoscope digestive [41].

2.4. Effets de l'acide per-acétique sur la santé humaine :

L'exposition de l'homme à l'acide per-acétique provoque des irritations des yeux, du nez, de la gorge, de la peau et du tractus digestif ou respiratoire ainsi que des gingivites modérées au niveau des arcades dentaires antérieures, il cause aussi des érythèmes et desquamation de la peau, c'est pour cette raison qu'il faut opérer l'APA avec des gants et éviter de respirer son odeur [42].

IV. Contrôle de qualité des détergents :

Le contrôle de qualité (CQ) des détergents sert à vérifier la conformité de ces produits aux exigences du marché, à la demande des clients, aux législations et au cahier de charge de la société, il sert aussi à préserver la sécurité d'emploi du produit par les consommateurs, à détecter et à corriger les erreurs dues à un défaut ou aux conditions d'exécution de l'opérateur. Le CQ des détergents évalue les composants du produit ou de la matière première, le produit au cours de la réalisation ou le produit fini. A la suite du CQ des détergents, un rapport est rédigé sur le déroulement du contrôle et les mesures à prendre pour améliorer la production et réduire les cas de non-conformité détectées [43]. Le processus du contrôle qualité des détergents varie selon le type de la méthode d'analyse utilisée au laboratoire. Ces processus diffèrent ainsi [43]:

- Des analyses quantitatives qui mesurent la quantité d'un analyte présent dans l'échantillon, les résultats sont exprimés par une unité de mesure particulière.
- Des analyses qualitatives qui sont celles qui mesurent la présence d'une substance.
- Des analyses semi-quantitatives dont les résultats sont exprimés par une estimation de la quantité de la substance mesurée.

Le contrôle de qualité des détergents est effectué généralement par les analyses physico-chimiques par la détermination des paramètres physico-chimiques du détergent [44].

✓ Contrôle de qualité de l'eau de Javel :

Pour contrôler la qualité de l'eau de Javel on effectue généralement les analyses physico-chimiques suivantes [44]:

- **Le potentiel hydrogène ou pH** pour mesurer l'acidité ou la basicité d'une solution [45].
- **La densité.**
- **Le pourcentage du chlore total** est le pourcentage du chlore qui reste dans l'eau qu'il soit libre, ou qu'il ait réagi [46].
- **Le degré chlorométrique**
- **Le pourcentage du chlore actif**

✓ **Contrôle de qualité de la soude caustique liquide :**

Pour contrôler la qualité de la soude on effectue généralement les analyses physico-chimiques suivantes [44]:

- **Le potentiel hydrogène ou pH**
- **La densité**
- **La concentration**
- **Le degré Baumé** est une unité de mesure indirecte de concentration, via la densité, inventée par le chimiste Antoine Baumé et on la note par °B, °Be ou °Bé. Il est déterminé par l'Aréomètre Baumé ou calculé par les formules suivantes [47] :

Pour les liquides plus denses que l'eau : $^{\circ}\text{Be} = 145 - (145/\text{densité})$

Pour les liquides moins denses que l'eau : $^{\circ}\text{Be} = (140/\text{densité}) - 130$

✓ **Contrôle de qualité de l'Oxycide AP8 :**

Pour contrôler la qualité de l'Oxycide AP8 qui est un produit composé de l'acide per-acétique et du peroxyde d'hydrogène on détermine [48]:

- **La concentration de l'acide per-acétique**
- **La concentration du peroxyde d'hydrogène**

Chapitre 3 :
Matériels et méthodes

L'objectif de ce travail a été de contrôler la qualité de quelques détergents commercialisés par la société, à savoir: l'eau de Javel, la soude caustique liquide et l'Oxycide AP8, afin de s'assurer de leur conformité à la norme ISO 8212:1986. Ainsi que d'étudier la stabilité de l'eau de Javel, par tester l'influence des éléments extérieurs suivants sur sa qualité : la lumière, l'obscurité, les ions métalliques (le fer) et la dilution de la solution de l'eau de Javel, et cette étude est réalisée dans le but de déterminer les meilleures conditions de conservation de l'eau de Javel.

1. Contrôle de qualité des détergents :

1.1. Analyses physico-chimiques de l'eau de Javel :

✓ Mesure du pH de l'eau de Javel :

Pour déterminer le pH de l'eau de Javel, on suit le protocole suivant :

- Rincer la sonde du pH-mètre à l'eau distillée puis l'essuyer avec du papier
- Verser l'eau de Javel dans un bêcher en remplissant environ la moitié du bêcher
- Tremper la sonde dans la solution en immergeant bien la cellule de mesure
- Relever le pH de l'eau de Javel après stabilisation de l'afficheur

✓ Mesure de la densité de l'eau de Javel :

La densité de l'eau de Javel est déterminée par le protocole opératoire suivant :

- Verser l'eau de Javel dans une éprouvette tenue inclinée afin d'éviter la formation des bulles d'air
- Placer l'éprouvette verticale, introduire le densimètre en le maintenant dans l'axe de l'éprouvette et en le retenant dans sa descente. Lorsqu'il a pris une position d'équilibre, l'enfoncer légèrement, puis le laisser reprendre une position d'équilibre, sans qu'il touche l'éprouvette
- Noter la lecture sur l'échelle correspondant au plan d'intersection de la surface liquide horizontale avec la tige
- Relever la valeur de la densité de l'eau de Javel

✓ Détermination du degré chlorométrique de l'eau de Javel :

Pour déterminer le degré chlorométrique de l'eau de Javel commercialisée par la société, on procède à un dosage comme le suivant [48]:

- Réactifs :
 - Solution de l'eau de Javel
 - Solution d'iodure de potassium (KI) à 10%
 - Solution d'acide acétique (CH_3COOH) à 50%
 - Solution de thiosulfate de sodium ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) 0,1N
 - Empois d'amidon

- Mode opératoire :
 - Prélever 1ml de l'eau de Javel
 - Ajouter 10ml d'acide acétique et 10ml d'iodure de potassium
 - Doser la solution obtenue avec la solution de thiosulfate de sodium jusqu'au virage du jaune foncé au jaune pâle
 - Ajouter 10 gouttes d'empois d'amidon et continuer le dosage jusqu'à que la solution devient incolore
- Calcul du degré chlorométrique :

Le degré chlorométrique de l'eau de Javel est calculé par la formule suivante : $D^{\circ} = 2,24 \times V$

Avec : V est le volume de thiosulfate de sodium versé à l'équivalence

✓ **Détermination du pourcentage du chlore actif de l'eau de Javel :**

Le pourcentage du chlore actif de l'eau de Javel est calculé par la formule suivante [48]:

$$\text{c.a.} = D^{\circ} \times 0,335$$

1.2. Analyses physico-chimiques de la soude liquide (NaOH) :

✓ **Mesure du pH de la soude liquide :**

Le pH de la soude est déterminé par le protocole mentionné dans (1.1)

✓ **Mesure de la densité de la soude liquide :**

La densité de la soude est déterminée par le protocole mentionné dans (1.1)

✓ **Mesure du degré Baumé de la soude liquide :**

La valeur du degré Baumé de la solution de soude est déterminée par le protocole suivant :

- Verser la solution de soude inclinée dans le bêcher afin d'éviter la formation des bulles d'air
- Placer l'éprouvette verticale, introduire l'aréomètre Baumé en le maintenant dans l'axe de l'éprouvette et en le retenant dans sa descente, puis le laisser reprendre une position d'équilibre, sans qu'il touche l'éprouvette
- Noter la lecture sur l'échelle correspondant au plan d'intersection de la surface liquide horizontale avec la tige
- Relever la valeur de la densité de la soude liquide

✓ **Détermination de la concentration de la soude liquide :**

La concentration de la soude est déterminée par le protocole suivant [48] :

- Réactifs :
 - Solution de la soude
 - Solution de l'acide chlorhydrique (HCl) 0,1N
 - Solution de phénophtaléine

- Mode opératoire :
 - Faire la dilution de la soude : 1ml/100ml de l'eau distillée
 - Prélever 20ml de la solution de soude préparée
 - Ajouter de 2 à 3 gouttes de phénophtaléine à la solution
 - Doser la solution de soude par l'acide chlorhydrique jusqu'au virage de la couleur rose en incolore
- Calcul de la concentration de la soude :

La concentration de la soude est calculée par la formule suivante :

$$[\text{NaOH}] = \left[\frac{(\text{N} \times \text{M} \times \text{V} \times 100}{1000 \times \text{m}} \right) \times \frac{1}{\text{d}} \right] \times \text{Ref}$$

Avec :

V : Volume de HCl versé à l'équivalence en ml

M : Masse molaire de NaOH (40g/mol)

N : Normalité de HCl (0,1N)

m : Prise d'essai de NaOH (20g)

Réf : Coefficient de dilution de NaOH

d : Densité de NaOH

1.3. Analyse physico-chimique de l'Oxycide AP8 :

Pour contrôler la qualité de l'Oxycide AP8, on doit déterminer la concentration du peroxyde d'hydrogène ainsi que celle de l'acide per-acétique, par les dosages suivants :

✓ Dosage du peroxyde d'hydrogène (H₂O₂) :

La concentration du peroxyde d'hydrogène dans l'Oxycide AP8 est déterminée par le protocole suivant [48] :

- Réactifs :
 - Echantillon du détergent Oxycide AP8
 - Solution d'acide sulfurique (H₂SO₄) à 25%
 - Solution du permanganate de potassium (KMnO₄) 0,25N
- Mode opératoire :
 - Prendre 2g de la solution à analyser
 - Ajouter 200ml de l'eau distillée et 5ml de l'acide sulfurique
 - Doser la solution obtenue avec le permanganate de potassium jusqu'au virage de la solution au rose pâle
 - Conserver la solution après le dosage pour le dosage de l'acide per-acétique

- Calcul de la concentration du peroxyde d'hydrogène :

La concentration du peroxyde d'hydrogène est calculée par la formule suivante :

$$[\text{H}_2\text{O}_2] (\%) = (\text{N} \times \text{V} \times 1,7) / \text{PE}$$

Avec :

N : Normalité de la solution de KMnO_4 (0,25N)

V : Volume de KMnO_4 versé à l'équivalence en ml

PE : Prise d'essai de la solution à doser en mg

✓ **Dosage de l'acide per-acétique (CH_3COOOH) :**

Pour déterminer la concentration de l'acide per-acétique dans l'Oxyde AP8 on suit le protocole suivant [48] :

- Réactifs :
 - Solution obtenue par le dosage du peroxyde d'hydrogène par KMnO_4
 - Solution d'iodure de potassium (KI) 0,1N
 - Solution de thiosulfate de sodium ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) 0,01N
 - Empois d'amidon
- Mode opératoire :

Après le dosage du peroxyde d'hydrogène avec le permanganate de potassium :

- Ajouter 20ml d'iodure de potassium, le milieu se colore en jaune ou en marron
- Faire le dosage par le thiosulfate de sodium 0,01N, la solution devient jaune pâle
- Ajouter 2ml d'empois d'amidon, le mélange devient bleu foncé et vire brutalement à l'incolore à la fin du dosage
- Calcul de la concentration de l'acide per-acétique:

La concentration de l'acide per-acétique est calculée par la formule suivante :

$$[\text{APA}] (\text{ppm}) = (\text{N} \times \text{V} \times 3,8 \times 1000) / \text{PE}$$

Avec :

N : Normalité du $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$

V : Volume du $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ nécessaire pour le dosage

PE : Prise d'essai de la substance à doser en g

2. Etude de la stabilité de l'eau de Javel :

2.1. Effet de la lumière sur la stabilité de l'eau de Javel:

- Préparer un échantillon du volume 50ml à partir de chaque solution de l'eau de Javel du degré chlorométrique respectivement 49, 28, 12 et 6°Chl
- Mettre chaque échantillon dans un flacon en plastique
- Fermer bien les quatre flacons
- Laisser les quatre échantillons en contact du soleil pendant 20 jours
- Après chaque cinq jours, faire des analyses physico-chimiques pour chaque échantillon qui consiste à déterminer le pH, la densité, le degré chlorométrique et le pourcentage du chlore actif afin de vérifier la stabilité des paramètres de la solution de l'eau de Javel.

2.2. Effet de l'obscurité sur la stabilité de l'eau de Javel:

- Préparer un échantillon du volume 50ml à partir de chaque solution de l'eau de Javel du degré chlorométrique respectivement 49, 28, 12 et 6°Chl
- Mettre chaque échantillon dans un flacon en plastique
- Fermer bien les quatre flacons
- Conserver les quatre échantillons à l'obscurité pendant 20 jours
- Après chaque cinq jours, faire des analyses physico-chimiques pour chaque échantillon qui consiste à déterminer le pH, la densité, le degré chlorométrique et le pourcentage du chlore actif afin de vérifier la stabilité des paramètres de la solution de l'eau de Javel.

2.3. Effet des métaux sur la stabilité de l'eau de Javel:

- Préparer un échantillon du volume 50ml à partir de chaque solution de l'eau de Javel du degré chlorométrique respectivement 49, 28, 12 et 6°Chl
- Mettre chaque échantillon dans un flacon en plastique
- Ajouter un gramme de fer à chaque échantillon
- Fermer bien les quatre flacons
- Laisser les quatre échantillons à l'abri de la lumière pendant 20 jours
- Après chaque cinq jours, faire des analyses physico-chimiques pour chaque échantillon qui consiste à déterminer le pH, la densité, le degré chlorométrique et le pourcentage du chlore actif afin de vérifier la stabilité des paramètres de la solution de l'eau de Javel.

2.4. Effet de la dilution sur la stabilité de l'eau de Javel :

Pour déterminer l'influence de la dilution sur la stabilité de l'eau de Javel, on procède à une série de dilution de la solution de l'eau de Javel mère de $D^\circ = 49^\circ\text{Chl}$ avec l'eau distillée, pour préparer des échantillons du degré chlorométrique respectivement : 28, 12, 6°Chl , on calcule le volume de l'eau nécessaire à la dilution par la formule : $C_1V_1 = C_2V_2$

Avec :

C_1, V_1 : Concentration et volume de la solution mère

C_2, V_2 : Concentration et volume de la solution fille

- **Préparation de la solution à 28°Chl par l'eau distillée :**

On a : $C_1V_1 = C_2V_2$

Avec : $C_1 = 49^\circ\text{Chl}$, $V_1 = 10\text{ml}$, $C_2 = 28^\circ\text{Chl}$

Donc : $V_2 = 17,52\text{ml}$

Pour préparer la solution de l'eau de Javel à 28°Chl, on ajoute 7,52ml de l'eau distillée à 10ml de l'eau de Javel à 49°Chl.

- **Préparation de la solution à 12°Chl par l'eau distillée :**

On a : $C_1V_1 = C_2V_2$

Avec : $C_1 = 49^\circ\text{Chl}$, $V_1 = 10\text{ml}$, $C_2 = 12^\circ\text{Chl}$

Donc : $V_2 = 40,88\text{ml}$

Pour préparer la solution de l'eau de Javel à 12°Chl, on va ajouter 30,88ml de l'eau distillée à 10ml de l'eau de Javel à 49°Chl.

- **Préparation de la solution à 6°Chl par l'eau distillée :**

On a : $C_1V_1 = C_2V_2$

Avec : $C_1 = 49^\circ\text{Chl}$, $V_1 = 10\text{ml}$, $C_2 = 6^\circ\text{Chl}$

Donc : $V_2 = 81,76\text{ml}$

Pour préparer la solution de l'eau de Javel à 6°Chl, on va ajouter 71,76ml de l'eau distillée à 10ml de l'eau de Javel à 49°Chl.

On procède de la même manière pour faire la deuxième série de dilution de l'eau de Javel avec l'eau du robinet, on conserve les six solutions préparées par la dilution de l'eau de Javel dans des flacons bien fermés à l'abri de la lumière et après chaque 5 jours on faisait un analyse physico-chimique pour chaque échantillon qui consiste à déterminer le pH, la densité, le degré chlorométrique et le pourcentage du chlore actif.

Chapitre 4 :
Résultats et discussions

Les principaux objectifs à réaliser au cours de ce travail ont été le contrôle de qualité de quelques détergents à savoir : l'eau de Javel, la soude caustique liquide et l'Oxyde AP8, afin de vérifier la conformité de ces détergents à la norme ISO 8212:1986. Ainsi que l'étude de la stabilité de l'eau de Javel dans le but de déterminer les meilleures conditions de sa conservation. Les résultats obtenus par ces deux études sont présentés dans ce présent chapitre.

1. Contrôle de qualité des détergents :

1.1. Analyse physico-chimique de l'eau de Javel :

Pour contrôler la qualité de l'eau de Javel commercialisée par la société, on a déterminé les paramètres physico-chimiques suivants : le pH, la densité, le degré chlorométrique et le pourcentage du chlore actif, les résultats de ces analyses sont présentés par le Tableau 6 :

Tableau 6: Résultats des analyses physico-chimiques de l'eau de Javel

Paramètre étudié	Valeur trouvée	Norme ISO 8212:1986
pH	11,71	11,5 - 12
Densité (g/cm ³)	1,22	1,21 – 1,24
Degré chlorométrique	49	47 – 50
Pourcentage du chlore actif	17,41	16,68 – 17,75

L'eau de Javel est conforme à la norme ISO 8212:1986 et peut être commercialisée, car on a garanti sa qualité ainsi que la sécurité des clients et des collaborateurs.

1.2. Analyse physico-chimique de la soude liquide (NaOH) :

Pour contrôler la qualité de la soude liquide commercialisée par la société, on a déterminé les paramètres physico-chimiques suivants : la densité, le degré Baumé et la concentration de la solution, les résultats de ces analyses sont présentés par le Tableau 7 :

Tableau 7 : Résultats de l'analyse physico-chimique de la soude liquide

Paramètre étudié	Valeur trouvée	Norme ISO 8212:1986
Densité (g/cm ³)	1,45	1,48 – 1,496
Degré Baumé (°B)	48	48 - 50
Concentration (%)	48,27	48 - 49,5

La solution de soude est conforme à la norme ISO 8212:1986 et elle peut être commercialisée comme étant un détergent pour l'industrie agro-alimentaire ou utilisée comme matière première pour fabriquer des produits dégraissants.

1.3. Analyse physico-chimique d'Oxycide AP8 :

Pour contrôler la qualité de l'Oxycide AP8 commercialisé par la société, on a déterminé la concentration du peroxyde d'hydrogène ainsi que celle de l'acide per-acétique, les résultats de ces analyses sont présentés par le Tableau 8 :

Tableau 8 : Résultats de l'analyse physico-chimique de l'Oxycide AP8

Paramètre étudié	Valeur trouvée	Norme ISO 8212:1986
Concentration de H ₂ O ₂ (%)	3,78	4
Concentration de CH ₃ COOOH (ppm)	3,83	4

Les valeurs des concentrations de H₂O₂ et de CH₃COOOH sont à peu près égales à celles de la norme ISO 8212:1986, donc l'Oxycide AP8 peut être commercialisé par la société.

2. Etude de la stabilité de l'eau de Javel :

Cette étude porte principalement sur la variation du pH, du degré chlorométrique et du pourcentage du chlore actif pour des échantillons de l'eau de Javel dans différentes conditions de conservation.

2.1. Effet de la lumière sur la stabilité de l'eau de Javel :

La variation du degré chlorométrique des quatre échantillons de l'eau de Javel conservés en contact du soleil pendant 20 jours est présentée par la Figure 7, et la variation de leur pH est présentée par la Figure 8 :

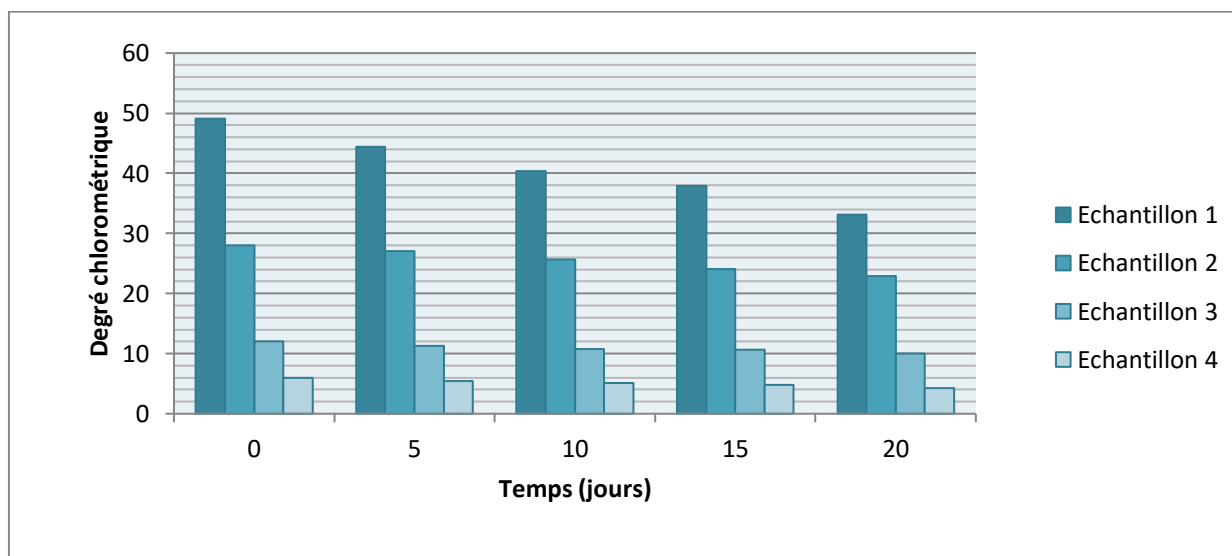


Figure 7 : Evolution du degré chlorométrique des quatre échantillons de l'eau de Javel selon la durée du contact avec le soleil

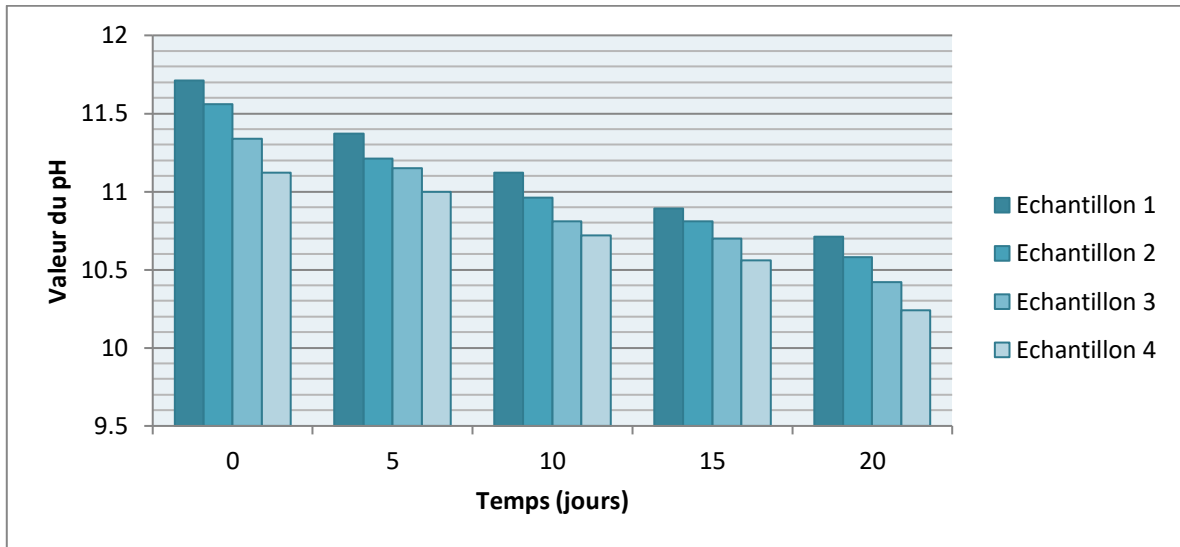


Figure 8: Evolution du pH des quatre échantillons de l'eau de Javel selon la durée du contact avec le soleil

- Le degré chlorométrique et le pH des quatre échantillons de l'eau de Javel conservés en contact du soleil diminuent d'une façon remarquable avec le temps.
- L'eau de Javel doit être conservée à l'abri de la lumière du soleil.

2.2. Effet de l'obscurité sur la stabilité de l'eau de Javel :

La variation du degré chlorométrique des quatre échantillons de l'eau de Javel laissés à l'obscurité pendant 20 jours est présentée par la Figure 9, et la variation de leur pH est présentée par la Figure 10 :

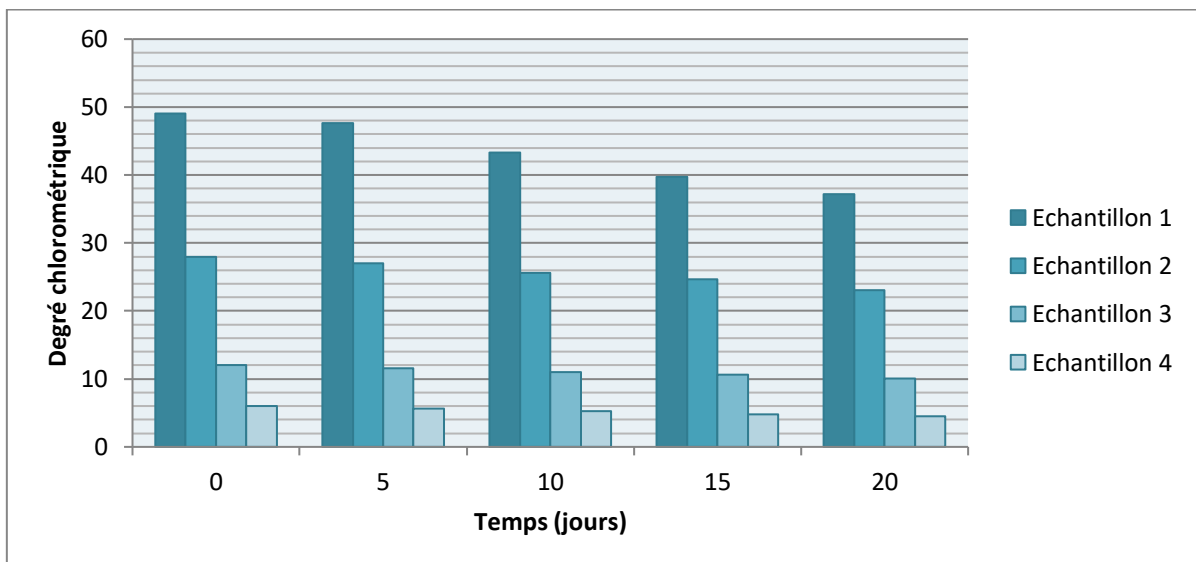


Figure 9: Evolution du degré chlorométrique des quatre échantillons de l'eau de Javel à l'obscurité

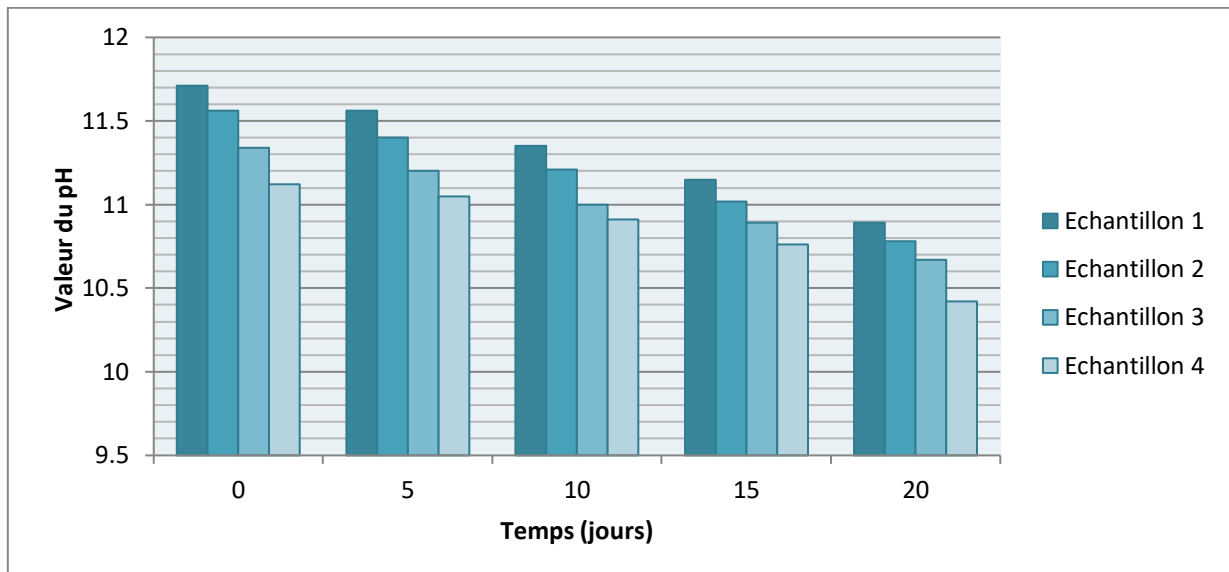


Figure 10: Evolution du pH des quatre échantillons de l'eau de Javel à l'obscurité

- Le degré chlorométrique et le pH des quatre échantillons de l'eau de Javel conservés à l'obscurité diminuent d'une façon plus lente que celle si les échantillons sont exposés au soleil.
- L'eau de Javel doit être conservée à l'obscurité.

2.3. Effet des métaux sur la stabilité de l'eau de Javel :

La variation du degré chlorométrique des quatre échantillons de l'eau de Javel en présence du Fer pendant 20 jours est présentée par la Figure 11, et la variation de leur pH est présentée par la Figure 12 :

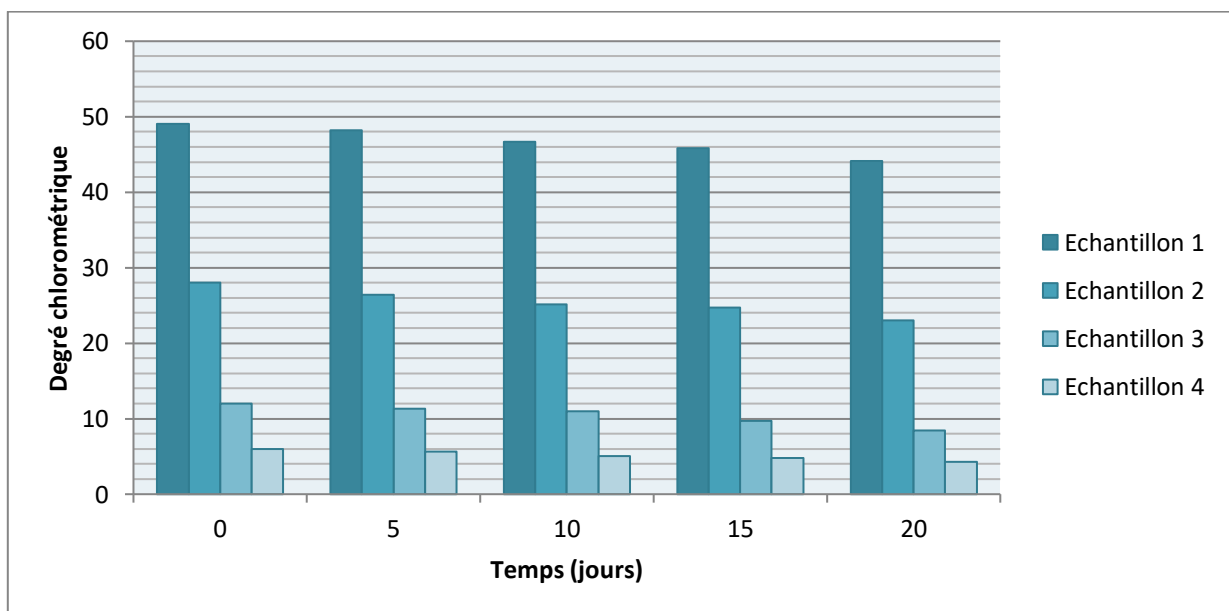


Figure 11: Evolution du degré chlorométrique des quatre échantillons de l'eau de Javel en présence du Fer

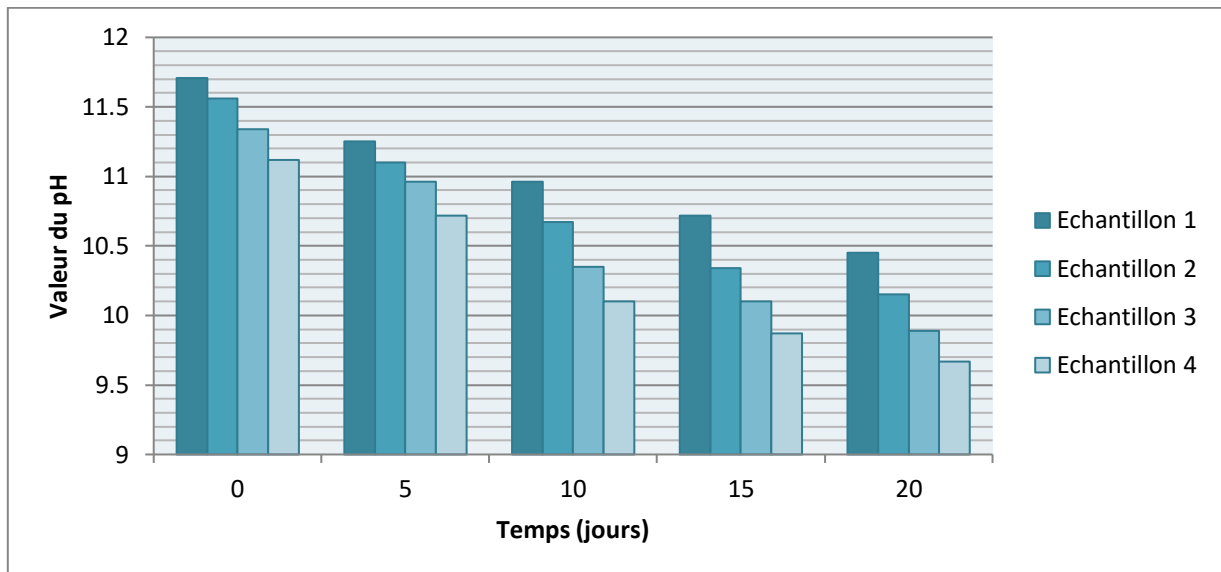


Figure 12: Evolution du pH des quatre échantillons de l'eau de Javel en présence du Fer

- Le degré chlorométrique et le pH des quatre échantillons de l'eau de Javel en présence du Fer diminuent rapidement avec le temps.
- Il ne faut pas conserver l'eau de Javel dans des emballages en métal et éviter le contact de la solution avec les métaux lourds tel que le fer.

2.4. Effet de la dilution sur la stabilité de l'eau de Javel :

✓ Résultats de la dilution de l'eau de Javel avec l'eau distillée :

La variation du degré chlorométrique des trois échantillons de l'eau de Javel préparés, par la dilution de la solution mère à 49°Chl avec l'eau distillée, est présentée par la Figure 13 et la variation de leur pH est présentée par la Figure 14 :

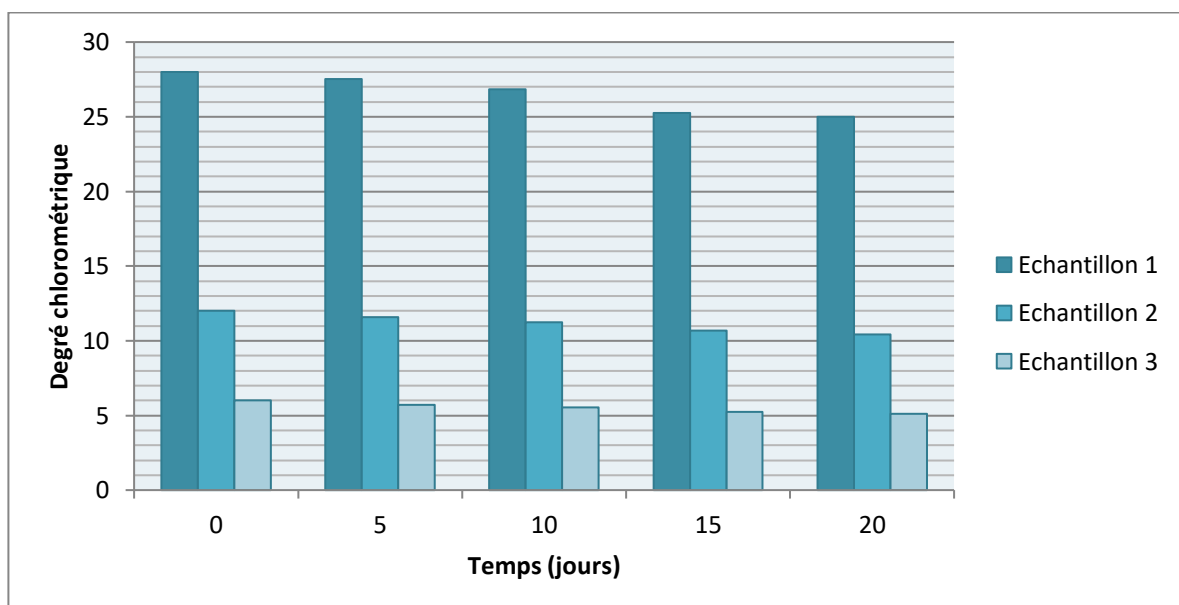


Figure 13 : Evolution du degré chlorométrique des trois échantillons de l'eau de Javel préparés avec l'eau distillée

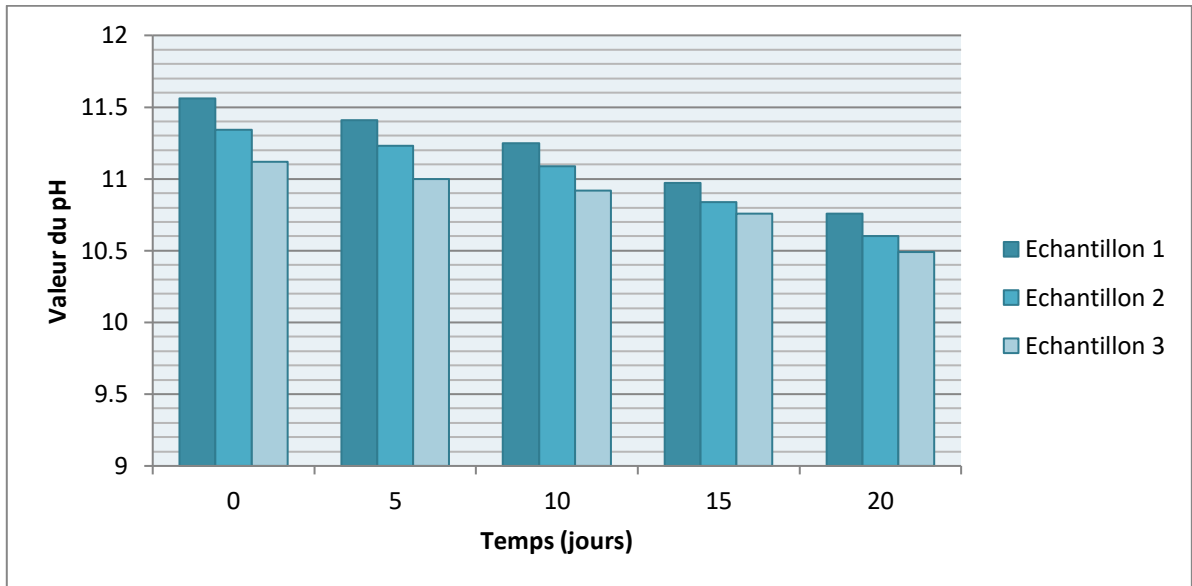


Figure 14 : Evolution du pH des trois échantillons de l'eau de Javel préparés avec l'eau distillée

- Le degré chlorométrique et le pH des trois échantillons de l'eau de Javel préparées par l'eau distillée diminuent avec le temps d'une façon très lente.

✓ Résultats de la dilution de l'eau de Javel avec l'eau du robinet :

La variation du degré chlorométrique des trois échantillons de l'eau de Javel préparés, par la dilution de la solution mère à 49°Chl avec l'eau du robinet, est présentée par la Figure 15 et la variation de leur pH est présentée par la Figure 16 :

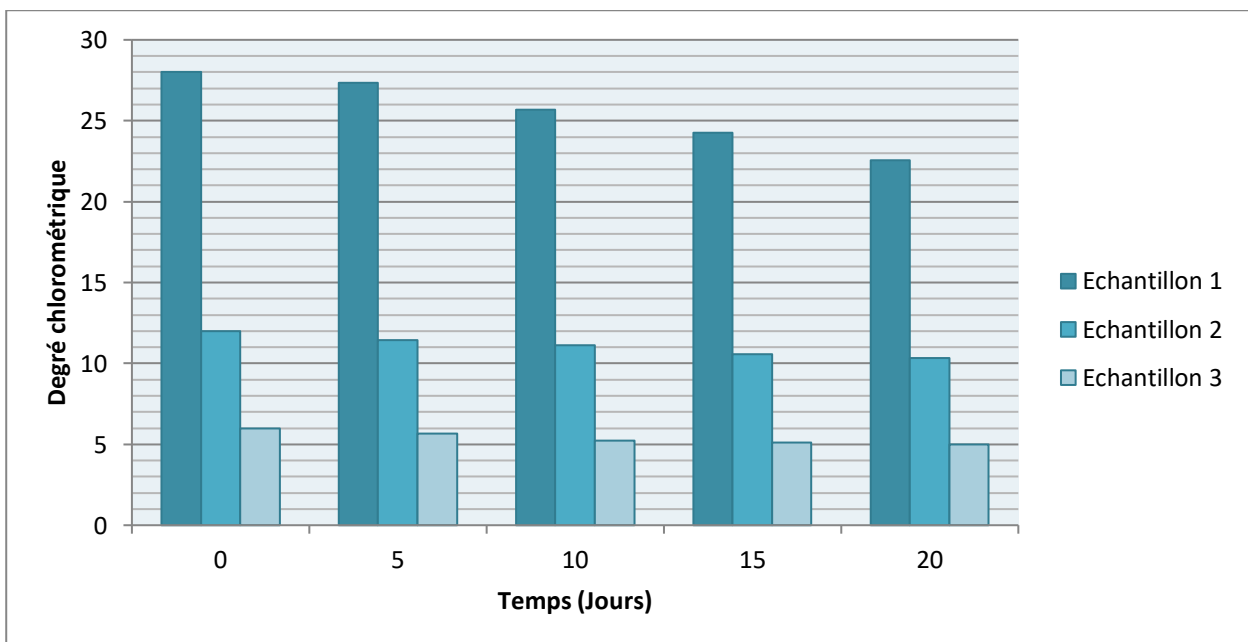


Figure15 : Evolution du degré chlorométrique des trois échantillons de l'eau de Javel préparés avec l'eau du robinet

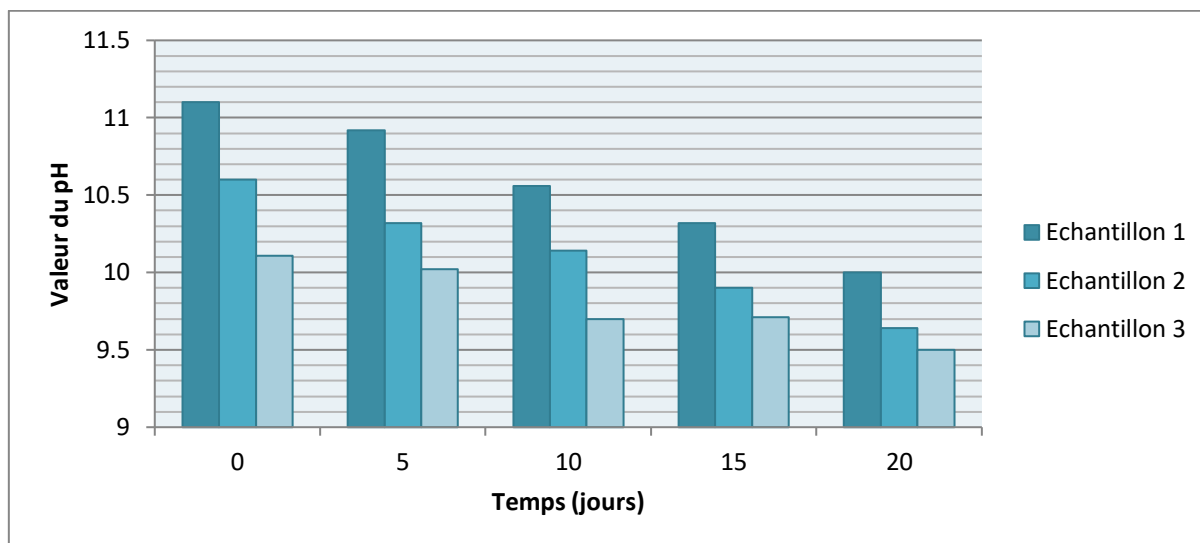


Figure 16 : Evolution du pH des trois échantillons de l'eau de Javel préparés avec l'eau du robinet

- Le degré chlorométrique et le pH des trois échantillons de l'eau de Javel préparées par l'eau de robinet diminuent plus rapidement avec le temps que si on utilise l'eau distillée pour faire la préparation des échantillons.
- La conservation d'une solution de l'eau de Javel diluée avec l'eau distillée est meilleure que celle d'une solution diluée avec l'eau du robinet.

2.5. Conditions de conservation de l'eau de Javel :

D'après les résultats de l'étude de la stabilité de l'eau de Javel face aux éléments extérieurs suivants : la lumière, l'obscurité, les métaux lourds (Fer) et la dilution de la solution (l'eau distillée et l'eau du robinet), on peut dire que l'eau de Javel doit être conservée à l'abri de la lumière, dans des emballages en plastique et non pas en métal, d'éviter le contact de la solution avec les métaux lourds et d'utiliser l'eau distillée pour faire la dilution de l'eau de Javel pour ne pas accélérer sa décomposition spontanée dans le temps.

Conclusion générale

Lors de ce travail, le contrôle de qualité fait sur quelques détergents commercialisés par la société, qui sont : l'eau de Javel, la soude caustique liquide et l'Oxycide AP8, nous a permis de s'assurer de la conformité de ces détergents à la norme ISO 8212:1986, et par conséquent la société peut conditionner et commercialiser ces détergents, ou bien les utiliser en étant matière première, comme le cas de la soude caustique liquide qui est utilisée par la société pour fabriquer des produits d'entretien ou des dégraissants.

Par l'étude faite sur l'eau de Javel pour vérifier sa stabilité face aux éléments extérieurs suivants : la lumière du soleil, l'obscurité, la présence du fer dans la solution et la dilution de l'eau de Javel (avec l'eau distillée et avec l'eau du robinet). On peut dire que la décomposition de l'eau de Javel est accélérée si la solution est exposée à la lumière du soleil, si elle est en contact des ions métalliques (le Fer) et si la solution est diluée par l'eau du robinet.

Et par conséquent, l'eau de javel doit être conservée à l'abri de la chaleur, de la lumière dans un endroit frais, sec et bien ventilé, à l'écart de toute matière incompatible, tel que les métaux lourds (Fer). Pour son conditionnement, il faut utiliser des emballages en polyéthylène (PE) et non pas en métal, car il va être corrodé par la solution et accélère sa dégradation, les contenants doivent être gardés bien fermés lorsqu'ils ne sont pas utilisés, et utiliser l'eau distillée pour faire la dilution de la solution. De plus il faut utiliser l'eau de Javel de préférence dans les trois mois suivant les indications inscrites sur son emballage.

Finalement on peut dire que la dégradation de l'eau de Javel peut être ralentie notablement dans le temps par les bonnes conditions au cours de sa fabrication et sa conservation, mais elle ne peut pas être stoppée totalement, car c'est une dégradation spontanée qui se produit même dans les conditions normales de température et de pression (CNTP).

Références bibliographique

- [1]. **A. Dieujuste**. Détergent, désinfectant sont-ils nettoyants et quelles différences? **2018**, page : 1
- [2]. **UPGE** (Union professionnelle de génie écologique). Détergent. **2012**, page : 1
- [3]. **L. Chenhong** . Amélioration continue : Processus pour assurer la qualité du produit. **2013**, page : 3
- [4]. **CSNEJ** (Chambre syndicale nationale de l'eau de Javel). L'eau de javel solution aqueuse de l'hypochlorite de sodium. **2005**, page : 16
- [5]. Site web de la société SARAPROC MAROC www.saraprocmaroc.com
- [6]. Document interne de la société SARAPROC MAROC
- [7]. **CPias** (Centre d'appui pour la prévention des infections associées aux soins). Fiches pratiques Eau de Javel. **2020**, page : 5
- [8]. **K. Fiz**. Service abstrait chimique. **2002**, page : 78
- [9]. **AWWA** (American Water Works Association). Standards des Hypochlorites. **1999**, page : 921
- [10]. **Lenntech**. Hypochlorite de Sodium. **1998**, page 57
- [11]. **AMDC** (Centre de données de masse atomique). Masse atomique des éléments. **2007**, page 23
- [12]. **UIC** (Union des Industries Chimiques). Molécules. **1983**, page : 786
- [13]. **Bretherick**. Dangers des réactifs chimiques. **1990**, page 45
- [14]. **CHEMINFO** (Centre canadien professionnel de santé et de sécurité).Fiche complète pour hypochlorite de sodium. **2002**, page : 92
- [15]. **RTECS** (Registre des effets toxiques des substances chimiques. Institut national de sécurité, santé et services). Eau de Javel. **2002**, page : 53
- [16]. **PJ. Bouvet, P. Crimont, L. Minor et M. Veron**. Bactériologie Médicale. **1989**, pages : 599-604
- [17]. **I. Muranyi-kovacs, P. Micco**. Pourquoi, quand et comment utiliser l'eau de Javel ? **1993**, pages : 115
- [18]. **CRMPC** (Commissions romandes de mathématique, de physique et de chimie). Eau de Javel. **2004**, pages : 55,56
- [19]. **CSNEJ** (Chambre syndicale nationale de l'eau de Javel). L'eau de javel solution aqueuse de l'hypochlorite de sodium. **2005**, page : 16

- [20]. **C. Augustin**. Prévion des cinétiques de propagation de défauts de corrosion affectant les structures en alliages d'aluminium. Détermination des lois d'endommagement prenant en compte l'influence du milieu agressif. **2008**, page : 70
- [21]. **C. Raclot**. Cinétique du vieillissement d'une eau de Javel. **2006**, page : 23
- [22]. **J.N Joffin** et **B. Chevalier**. Hypochlorite et eau de Javel unités de concentration, préparation des solutions désinfectantes version. **2015**, page : 90
- [23]. **SGH** (Système général harmonisé de classification et d'étiquetage des produits chimiques). Eau de Javel. **2013**, page : 39
- [24]. **J.R. Lewis**. Physique Chimie. **1928**, page : 69
- [25]. **J.P. Wainsten**. Nouveau Larousse médical. **1981**, page : 167
- [26]. **D. Latreyte**. L'eau de Javel. **2022**, page : 5
- [27]. **J.N Joffin** et **B Chevalier**. Hypochlorite et eau de Javel unités de concentration, préparation des solutions désinfectantes. **2015**, page : 15
- [28]. **A. Melchior**. Pourquoi et comment se passer d'eau de Javel ? **2013**, page : 24
- [29]. **CEDRE** (Centre de documentation, de recherche et d'expérimentations sur les pollutions accidentelles des eaux). Hydroxyde de sodium en solution à 50%. **2005**, page : 6
- [30]. **L. Savoye**. Réduction de l'impact environnemental du blanchiment au peroxyde d'hydrogène en milieu alcalin des pâtes mécaniques. **2012**. page : 20
- [31]. **Solvay Chemicals**. Peroxyde d'hydrogène (35%≤C<50%). **2012**, page : 9
- [32]. **J.M. Campos-Martin**, **G. Blanco-Brieva** et **J.L.G. Fierro**. Synthèse de peroxyde d'hydrogène. **2006**, page : 662-668
- [33]. **M. Kazmierczak** et **P. Vicot**. Note relative au peroxyde d'hydrogène en solution aqueuse. **2014**, page : 7
- [34]. **S. Brown**, **K. Merritt**, **T. Woods**, **SG. Mnamee** et **V. Hitchins**. Effets des méthodes de la désinfection et la stérilisation sur la résistance à la traction des matériaux utilisés pour les dispositifs à usage unique. **2002**, page : 36
- [35]. **U. Eickmann**, **M. Bloch**, **M. Falczy**, **G. Halsenet** et **B. Merz**. Emploi des désinfectants dans les activités de soins, risques et mesures de prévention. **2014**, page : 4
- [36]. **P. Campo**, **L. Coates**, **D. Jargot**, **B. La Rocca**, **F. Marc**, **F. Pillière**, **S. Robert** et **P. Serre**. Acide per-acétique. **2001**, page : 5
- [37]. **F. Schmidt**. Une nouvelle voies vers l'oxyde de propylène sans coproduits. **2014**, page : 7
- [38]. **UE** (Commission européenne). Rapport final sur le cycle du mercure. **2004**, page : 32

- [39]. **INRS** (Institut national de recherche et de sécurité). Hydroxyde de sodium et solutions aqueuses. **2021**, Page : 2
- [40]. **P. Malcheskey**. Application de l'acide acétique pour la stérilisation des instruments médicaux. **1993**, page : 147
- [41]. **R. Perrin, JP. Scharff**. Chimie industrielle. **1995**, pages : 688 – 690
- [42]. **J. Fabry**. Acide per-acétique : activités et usages en établissement sanitaire. **2005**, page : 7
- [43]. **A. Albetkova, R. Barteluk** et **A. Berger**. Système de gestion de la qualité au laboratoire. **2013**, page : 77
- [44]. **L. Misseur**. L'autoprotolyse de l'eau et le pH. **2022**, page : 2
- [45]. **G. Coentin**. Cours de physique et de chimie. **2015**, page : 3
- [46]. **S. Diakite**. Thèse pour obtention du diplôme d'état du docteur en médecine, utilisation des solutions d'hypochlorite de sodium au CHU DU POINT, Université de Bamako. **2007/2008**, page : 9
- [47]. **M. Bernard** et **F. Busnot**. Usuel de chimie générale et minérale. **1996**, page : 501
- [48]. Document interne du laboratoire de la société SARAPROC MAROC