

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur
et de la Recherche Scientifique

Université Akli Mohand Oulhadj - Bouira -
Institut de Technologie



وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة أكلي محمد أولحاج
- البويرة -
معهد التكنولوجيا

Département Génie de Procédés

Rapport de soutenance

En vue de l'obtention du diplôme
de Licence professionnalisant en :

Génie de la Formulation

Thème :

**Procédé de fabrication d'hypochlorite de sodium et la
caractérisation de produit**

Réalisé par :

DJEDDH Halima

Encadré par :

M^{me} BETTAYEB

M.A.A

Tuteur de l'entreprise :

OUSSAR Faycel

ADWAN Chemicals Algeria

Année Universitaire : 2017/2018

Sommaire

<i>Introduction</i>	1
Chapitre I : Présentation de l'entreprise	2
I.1 Historique	2
I.2 Les activités de l'établissement	2
I.2.1 Usine de sable	2
I.2.2 Usine de chlore et dérivés.....	4
I.3. Laboratoire Contrôle de Qualité	5
Chapitre II : Généralités sur l'hypochlorite de sodium.....	8
II.1 Introduction.....	8
II.2 Historique	8
II.3 Produits chimiques entrant dans la fabrication de l'hypochlorite de sodium	8
II.3.1 Le chlore :	8
II.3.2 La soude caustique.....	9
II.4. Fabrication de l'eau de javel	9
II.4.1 Historique.....	9
II.5. Procédé de fabrication d'hypochlorite de sodium.....	10
II.5.1 Etapes de fabrication d'hypochlorite de sodium.....	10
II.5.1.1 Saturation	11
II.5.1.2 Traitement chimique	12
II.5.1.3 Traitement physique	12
II.5.1.4 L'électrolyse.....	14
II.5.1.5 Production d'hypochlorite de sodium.....	15
II.6 Obtention du dichlore et de l'hydroxyde de sodium	16
II.6.1 Electrolyse à membrane.....	Erreur ! Signet non défini.
II.6.2 Obtention de l'eau de Javel	18
II.6.3 Définitions de la concentration d'une eau de Javel	19
II.6.3.1 Degré chlorométrique (<i>°chl.</i>).....	19
II.6.3.2 Pourcentage de chlore actif	19
II.7 Propriétés de l'hypochlorite de sodium	20
II.8 Action désinfectante de l'Eau de Javel	21

II.9	Sécurité pour L'homme	21
II.10	Sécurité pour L'environnement	22
II.11	Avantages et qualités de l'Eau de Javel.....	23
II.12	Conservation et précaution d'emploi.....	23
Chapitre III	: partie expérimentale.....	24
III.1	Introduction	24
III.2	Analyses effectuées au niveau du laboratoire.....	24
III.2.1	Détermination d'hydroxyde de sodium et carbonate de sodium dans le produit l'hypochlorite de sodium (NaClO):.....	24
III.2.1.1	Réactifs.....	24
III.2.1.2	Appareillage	24
III.2.1.3	Procédure.....	24
III.2.1.4	Réactions	25
III.2.1.5	Calcul et expression des résultats	25
III.2.1	Détermination d'hypochlorite de sodium (NaClO) et de chlore actif contenu dans le produit hypochlorite de sodium.....	26
III.2.1.1	Réactifs.....	26
III.2.1.2	Appareillage	26
III.2.1.3	Réactions	26
III.2.1.4	Procédure.....	26
III.2.1.5	Calcul et expression des résultats	26
III.2.3	Détermination de taux de fer dans l'hypochlorite de sodium	28
III.2.4	Détermination de chlorate de sodium dans l'hypochlorite de sodium	28
III.2.4.1	Réactifs.....	28
III.2.4.2	Appareillage	28
III.2.4.3	Procédure.....	28
III.2.5	Détermination du chlorure total dans l'hypochlorite de sodium.....	30
III.2.5.1	Réactifs.....	30
III.2.5.2	Appareillage	30
III.2.5.3	Procédure.....	31
III.2.5.4	Calcul.....	31
III.2.6	Détermination de la densité	31

III.2.6.1	Définition	31
III.2.6.2	Principe	31
III.2.6.3	Appareillage	32
III.2.6.4	Mode opératoire	32
III.2.6.5	Calcul de la densité.....	32
Chapitre IV:	.....	32
Résultat et discussion	.....	32
Chapitre IV: résultat et discussion.....	.....	33
IV.1 Taux de fer dans l'hypochlorite de sodium.....	.....	33
Conclusion	.....	34

Dédicace

Je dédis ce modeste travail mes chères parents qui me favorise tous les moyens pour réussir et m'entour d'amour

Mes chers frères : Nadir, Lyes et Oussama

Ma chère sœur : Amel

Mes meilleurs amis : Amel , Sofiane et Basma

A tout les personnel de l'institut

Remerciement

Tout d'abord, nous rendons grâce à Dieu, le tout puissant, qui nous a aidés à terminer ce mémoire de fin d'étude.

Au terme de ce travail, je tiens à exprimer ma profonde gratitude et mes sincères remerciements à mon tuteur de stage M^{me} BETTAYEB Souhila pour la qualité de son suivi durant toute la période de mon stage ainsi pour m'avoir aidé à finir mon rapport.

Je remercie le président et les membres de jury d'avoir accepté de juger ce travail.

Je tiens aussi à remercier tout le personnel de laboratoire de la société ADWAN ; pour ses explications et ses conseils.

Un grand merci à mes parents de m'avoir tellement soutenue durant tout mon cursus scolaire et universitaire, et de leur amour très profond.

Enfin, mes remerciement vont à mes amis, de m'avoir énormément encouragé dans la période de stage et à ma promo sans oublier tous les enseignants de l'institut de technologie de Bouira.

Liste des figures

Figure I.1:ADWAN Chemicals Algeria	2
Figure I.2:Usine de sable	3
Figure I.3: Lavage de sable	3
Figure I. 4: Séchage de sable	3
Figure I.5: La farine de silice	4
Figure I.6:Unité de silicate de sodium	4
Figure I.7: Usine de chlore.....	4
Figure I.8: laboratoire d'analyse de chlore et dérivées.....	6
Figure I.9: laboratoire d'analyse de sable	6
Figure I.10:Présentation géographique des zones par domaine.....	7
Figure II.1 : Sel brut	11
Figure II. 2: tapis	11
Figure II.3: Saturateur	11
Figure II. 4: Les produits chimiques.....	12
Figure II. 5: Réacteur T 102	12
Figure II. 6 : Décanteur (T108)	13
Figure II. 7: Filtration.....	13
Figure II.8:V115 A, B, C.....	14
Figure II. 9: électrolyse à membrane	15
Figure 10.II: colonne de neutralisation.....	15
Figure II.11:l'hypo-réacteur.....	15
Figure II.12: les bacs de stockage T-192 A;B;C	16
Figure II.13: électrolyse à membrane	18
Figure II.14: structure d'hypochlorite de sodium.....	20
Figure III.1: détermination d'hydroxyde de sodium et de carbonate de sodium	25
Figure III.2.: détermination de chlore actif	27
Figure III. 3: a-S10 autosampler b:plasma generator c:optical optima	28
Figure III.4: détermination de chlorate de sodium	30
Figure III.5: détermination du chlorure totale	31
Figure III.6: Aréomètre normalisé selon la norme ISO 650.....	32
Figure IV.1: le taux de fer dans l'hypochlorite de sodium.....	33

Liste des tableaux

Tableau II.1.correspondance entre degré chlorométrique et pourcentage de chlore actif **Erreur ! Signet non défini.**

Tableau IV.1: Résultats des analyses chimiques du produit hypochlorite de sodium..... 34

Introduction

Introduction

L'industrie du chlore joue un rôle prépondérant dans le développement industriel et économique mondial. Aujourd'hui, plus de 50 % du chiffre d'affaires, plus de 30 % des investissements et environ 25 % des emplois de l'industrie chimique mondiale reposent sur les activités chlore, soude et dérivés [1].

La soude et le chlore nous donne l'hypochlorite de sodium NaOCl ; c'est une solution claire légèrement jaune avec une odeur caractéristique et un composé qui peut être utilisé efficacement dans le cadre de la purification de l'eau. Il est utilisé pour de nombreuses applications telles que la purification de surface, le blanchiment et l'élimination d'odeurs [2].

L'eau de javel est une solution à la fois fongicide, virucide, bactéricide et biocide. Elle a ainsi la capacité d'éliminer tous les agents microbiens qui se trouvent sur une surface ou sur une matière. Dans l'univers de la médecine, elle reste particulièrement prisée car elle renferme également des vertus désinfectantes et antiseptiques. L'eau de javel reste l'un des produits les plus incontournables pour nettoyer efficacement le sol, les poubelles, les sanitaires ou encore les toilettes. Lorsqu'elle est associée à d'autres solutions détergentes, elle a des propriétés désodorisantes, blanchissantes et détachantes. Toutes ces propriétés rendent ce produit indispensable et sa production ne cesse d'augmenter à cause de la demande croissante.

Dans ce contexte nous avons choisi d'exposer le procédé de fabrication de ce produit très utile, ainsi que les analyses et tests effectués au laboratoire afin d'assurer sa conformité.

En effet, ce rapport de stage est divisé en quatre chapitres : un sur la présentation de l'entreprise, le deuxième concerne des généralités sur l'hypochlorite de sodium et son procédé de fabrication. Le troisième présente les méthodes et matériel utilisé pour effectuer ce travail et le dernier résume les résultats obtenus durant ce stage.

Chapitre I :

Présentation de l'entreprise

Chapitre I : Présentation de l'entreprise

I.1 Historique

Adwan Chemicals Algeria a été créée le 19 mai 2004 dans le cadre de l'extension de l'activité de la société mère, située en Arabie Saoudite ; est une société à capitaux saoudiens de droit algériens. Elle est basée à l'Ouest de l'Algérie dans la commune de Fornaka, Wilaya de Mostaganem. Sa superficie s'étend à 70.000 m². Elle offre 200 postes d'emploi ; Elle est spécialisée dans la production et commercialisation des produits chimiques inorganiques et la transformation des minéraux industriels ; Mr oussim koudri et allaa sont respectivement Directeur Général et Directeur Général Adjoint de la société.

. L'existence d'une société d'une telle envergure contribue activement au développement économique de la région. La vocation principale de l'entreprise est de garantir aux clients locaux et étrangers une gamme de produits de haute qualité.



Figure I.1:ADWAN Chemicals Algeria

I.2 Les activités de l'établissement

La société Adwan a deux investissements réalisés : une usine de production de sable et dérivés et une usine de production de chlore et dérivés.

I.2.1 Usine de sable

L'usine de production de sable industrielle et dérivés a été mise en service en Février 2008. Depuis, elle produit 300 000 T/an de sable traité, 45 000 T/an de farine de silice et 45 000T/an de silicate de sodium.



Figure I.2:Usine de sable

Le traitement du sable se fait en trois étapes :

1. Le lavage : la principale fonction de cette unité est le lavage et le trie du sable brute.
2. Le séchage : Dans cette unité le sable humide est séché dans un four rotatif.
3. Le tamisage : pour qu'il puisse être séparé en fractions de différentes tailles selon la granulométrie désirée par les clients.

Quant à la farine de silice, Adwan offre une grande pureté, la farine de silice fine avec des tailles de particules allant de 8 à 100 microns est conditionnée dans des emballages différents.

Le silicate de sodium est fait à partir de la silice du sable lessivés sous une pression donnée, ensuite, une solution de soude caustique concentré est ajoutée.



Figure I.3: Lavage de sable



Figure I. 4: Séchage de sable



Figure I.5: La farine de silice



Figure I.6:Unité de silicate de sodium

Le sable et ses dérivés sont utilisés dans la production du verre, de PIPE GRP, et de céramique ainsi que la fonderie, le traitement des eaux, la construction chimique, le domaine gazoil, la production de fibres abrasives, le domaine de la détergence et la production de céramique.

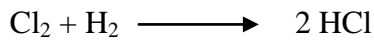
I.2.2 Usine de chlore et dérivés



Figure I.7: Usine de chlore

Cette usine a été mise en service un peu plus tard que la première en décembre 2012, elle produit le chlore liquide, la soude caustique, l'hypochlorite de sodium, l'acide chlorhydrique et le chlorure ferrique.

La capacité de production de l'acide chlorhydrique est de 22300 T/an ;le chlorure d'hydrogène est produit par synthèse directe entre le dichlore et le dihydrogène La synthèse est réalisée par combustion du dichlore avec le dihydrogène, la température atteinte, 5000°C



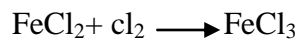
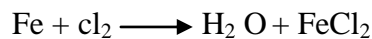
La réaction a lieu en présence d'un excès de dihydrogène afin d'être sûr que tout le dichlore a réagi [3]

Quant à la soude caustique, la capacité de production arrive à 24 000 T/an ; l'hydroxyde de sodium NaOH est fabriqué par électrolyse d'une solution de chlorure de sodium NaCl.[4]

Par ailleurs, une quantité de 42 000T d'hypochlorite de sodium est produite chaque année par la même usine : les solutions d'hypochlorite de sodium sont fabriquées par barbotage de chlore (à l'état gazeux) dans de la soude caustique diluée. Le chlore et la soude utilisés sont obtenus par électrolyse de la saumure (NaCl).

On compte également une production de chlore liquide de 35 600T/j : le chlore liquide est fabriqué par l'ajout du chlore gazeux (97%) qui est produit par l'électrolyse de la saumure sur l'acide sulfurique H₂SO₄ afin d'absorber l'eau du chlore, puis il est comprimé par un compresseur et refroidi à l'aide d'un échangeur de chaleur.

Sans oublier enfin le chlorure ferrique qui est obtenue à partir d'une réaction de fer avec le chlore en présence de l'eau :



Les produits fabriqués dans ce secteur sont utilisés dans le traitement des eaux, la production des détergents et dans le domaine gazoil.

I.3. Laboratoire Contrôle de Qualité

Le laboratoire d'ADWAN Algérie couvre une superficie de 174 m² ; un laboratoire de contrôle de qualité bien équipé, animé par un staff diplômé, qualifié et expérimenté ; Grâce aux études de formulation menées aux analyses physicochimiques effectuées, il constitue le garant de la qualité auprès des clients.

Le laboratoire joue un rôle déterminant au niveau de toutes les étapes de la réalisation du produit. Il intervient au niveau de la sélection des matières premières, telles que le sable brut, la soude caustique écaillée (les principaux ingrédients qui rentrent dans la fabrication de ses produits) et le sel, et contrôle l'évolution de la qualité au cours du processus de fabrication. Le personnel du laboratoire joue le rôle d'interlocuteur technique avec les clients et participe à l'agrément de nouvelles gammes de produits.

Chapitre I : présentation de l'entreprise

Chaque matière première réceptionnée et chaque produit fini fabriqué dans l'entreprise sont systématiquement échantillonnés et analysés dans le laboratoire, pour confirmer leur conformité par rapport aux normes et aux exigences des clients.

Des contrôles de qualité sont effectués en cours de fabrication, pour assurer l'uniformité et la stabilité de la qualité des produits. Enfin, des certificats d'analyse sont délivrés pour accompagner la marchandise expédiée au client.



Figure I.8: laboratoire d'analyse de chlore et dérivées



Figure I.9: laboratoire d'analyse de sable

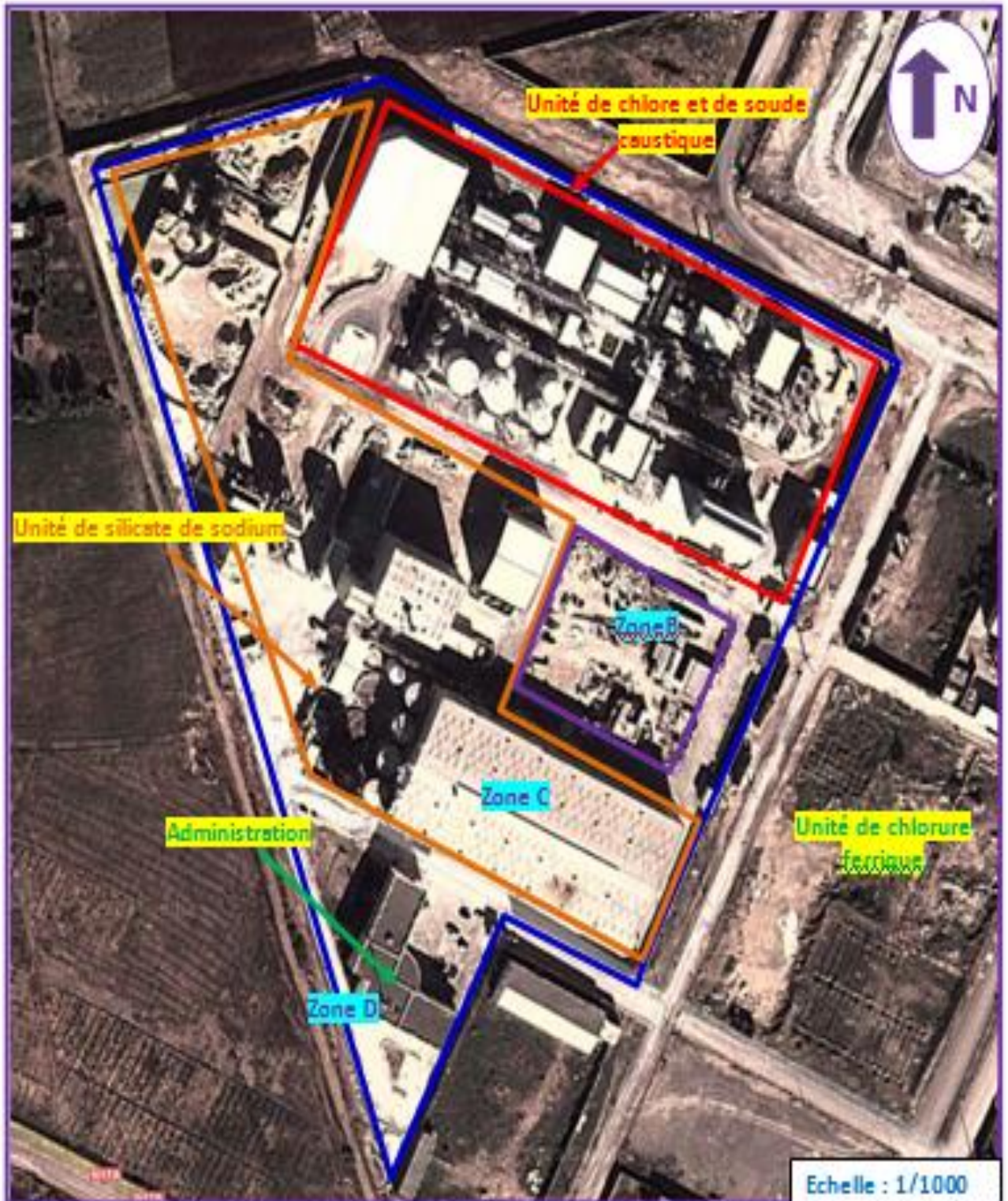


Figure I.10:Présentation géographique des zones par domaine

Chapitre II :
Généralités sur
l'hypochlorite de sodium

Chapitre II : Généralités sur l'hypochlorite de sodium

II.1 Introduction

Le présent chapitre est consacré à des généralités sur l'hypochlorite de sodium ; ses propriétés, sa fabrication et son utilité ainsi que les risques qui peuvent être provoqués suite à son utilisation.

II.2 Historique

Claude Louis Berthollet (1748-1822), découvre en 1785 les propriétés de blanchiment des solutions aqueuses d'hypochlorite de sodium et de chlorure de sodium. C'est dans une usine d'un petit village d'Ile de France, Javel, que Berthollet met au point la fabrication industrielle de cette solution qui devient alors célèbre sous le nom d'eau de Javel. De nos jours, elle est obtenue industriellement essentiellement par réaction directe du dichlore sur de la soude, eux même produits par électrolyse du chlorure de sodium. La production mondiale est estimée à plus de 600 000 t / an exprimés en dichlore contenu (quantité de dichlore que pourrait dégager l'eau de javel par action d'acide chlorhydrique). La production française est de l'ordre de 40 000 t / an de dichlore contenu, ce qui correspond, à l'utilisation d'environ 1 million de berlingots d'eau de Javel concentrée par jour ouvré. L'eau de javel est utilisée principalement pour son action désinfectante et son pouvoir blanchissant.

L'eau de Javel est une solution d'hypochlorite (Na^+ , ClO^-) de sodium et de chlorure de sodium. Elle est obtenue par dissolution de dichlore dans une solution d'hydroxyde de sodium. (Le dichlore se dismute en milieu basique)

II.3 Produits chimiques entrant dans la fabrication de l'hypochlorite de sodium

II.3.1 Le chlore :

Le chlore (symbole Cl, numéro atomique 17) est un élément chimique de la famille des halogènes. Sa molécule Cl_2 (le dichlore) est un gaz verdâtre plus lourd que l'air. Irritant et suffocant, il fut employé comme gaz de combat pendant la Première Guerre mondiale. Trop réactif pour exister à l'état libre, le chlore est très répandu dans la nature, dans les eaux salées et les gisements de sel notamment, à l'état d'halogénures. Il est aussi un constituant important de la matière vivante : le sérum sanguin renferme environ 7 grammes de chlorure de sodium par litre ; Le chlore, dont le tableau présente les principales propriétés physiques,

Chapitre II : Généralités sur l'hypochlorite de sodium

se situe dans la septième colonne du tableau de Mendeleïev. Possédant sept électrons périphériques ; Sa pression de vapeur à 20 °C étant de 6,5 bar , le chlore est aisément liquéfiable, soit par refroidissement au-dessous de – 35 °C, soit par compression sous 7 à 10 bars.[6]

II.3.2 La soude caustique

L'hydroxyde de sodium est une base forte, aisément soluble dans l'eau ; Lors de la production de chlore, on obtient automatiquement aussi les coproduits: l'hydroxyde de sodium et l'hydrogène. L'hydroxyde de sodium ou lessive de soude possède, tout comme le chlore, un large champ d'application.

- Elle intervient dans la fabrication de pâte à papier, savon et fibres textiles.
- Elle sert à la neutralisation des eaux acides dans les stations d'épuration, au nettoyage des bouteilles à boissons et des citernes, à l'élimination des colorants lors du recyclage du papier, au lavage des gaz de fumées des centrales thermiques, à la fabrication de l'aluminium,
- il fournit l'ion sodium, nécessaire à la synthèse de dérivés de sodium exigeant un milieu basique (silicates, perborates, phosphates, ...);
- il garantit un milieu très réactif, nécessaire dans les mécanismes de substitution et de condensation, qui permet la production d'agents chimiques intermédiaires purs et solubles.[7]

II.4.1 Fabrication de l'eau de javel

II.4.2 Historique

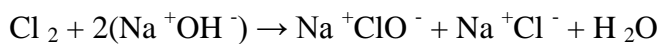
C'est dans les années 1770 que le suédois Scheele découvre un gaz verdâtre par action de l'acide chlorhydrique sur le dioxyde de manganèse. Quarante ans plus tard les travaux de Gay-Lussac en France et de Davy en Angleterre montrent qu'il s'agit d'une nouvelle molécule : le dichlore (du grec chloros : vert). L'observation par Berthollet dans les années 1790 des propriétés décolorantes de ce gaz le conduit à préconiser son emploi en solution (c'est-à-dire sous forme d'eau de chlore) pour le blanchiment des textiles en remplacement de l'étendage sur pré, trop long et trop dépendant des conditions climatiques. Mais l'eau de chlore qui libère facilement du dichlore toxique est d'un emploi délicat et sa concentration en chlore est limitée par la solubilité réduite du dichlore dans l'eau (2,2 litres de dichlore par litre de solution à 25°C, sous 1 bar, soit 101,3 kPa). Pour remédier à ces inconvénients, le dichlore

Chapitre II : Généralités sur l'hypochlorite de sodium

a d'abord été dissous dans une solution alcaline d'hydroxyde de potassium. Cette solution de «chlorure décolorant», contenant des ions hypochlorites, reçut le nom d'eau de Javel. Cette réaction chimique - l'hydroxyde de sodium, meilleur marché, remplaçant l'hydroxyde de potassium - reste à la base de la fabrication industrielle des extraits et eaux de Javel. Un procédé électrochimique peut être adopté pour des utilisations locales particulières.

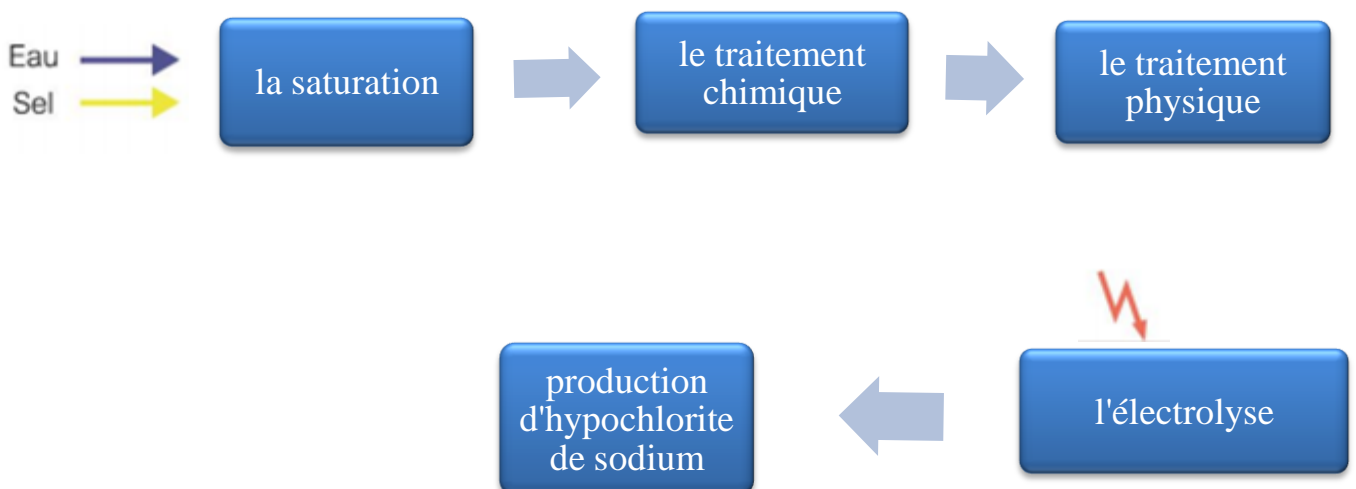
II.5.1 Procédé de fabrication d'hypochlorite de sodium

La fabrication de l'hypochlorite de sodium se fait selon la réaction :



Au début du 20e siècle, l'industrie du chlore et de la soude qui s'est développée rapidement a modifié les procédés traditionnels. L'hypochlorite de sodium est fabriqué par l'absorption de chlore sur une solution de soude à plus de 18 %. Le chlore et la soude sont obtenus par l'électrolyse de la saumure. Le chlore est ajouté ensuite sous forme gazeuse à la soude. Dans la fabrication par le procédé standard de l'hypochlorite de sodium à 13 % de chlore actif (50° chl.), la quantité de chlorure de sodium (NaCl) est maintenue telle quelle. Dans le cas de la fabrication de l'hypochlorite de sodium à 24 % de chlore actif (100° chl.), une grande partie du sel est éliminée par précipitation et filtration. Un excès de soude est maintenu dans les solutions d'hypochlorite de sodium afin de stabiliser le pH à au moins 12 et afin de limiter la vitesse de décomposition.[10]

II.5.2 Etapes de fabrication d'hypochlorite de sodium



Chapitre II : Généralités sur l'hypochlorite de sodium

II.5.2.1 Saturation

- Le sel (NaCl) est la matière première pour la fabrication de la saumure qui est apporté de la ville d'Oued.



Figure II.1 : Sel brut

- Il est acheminé avec deux tapis dans deux bacs (saturateurs) A(T101) et B (T101) où il sera dissout et passe à l'état de solution liquide par l'ajout de l'eau pour avoir une saumure ; La saumure obtenue doit être de concentration 300 à 310 g/L en NaCl et une température supérieure à 45°C.



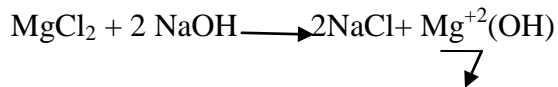
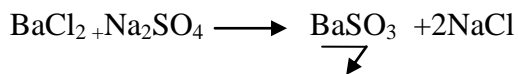
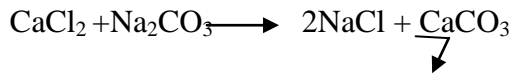
Figure II.3: Saturateur



Figure II. 2: tapis

II.5.2.2 Traitement chimique

- en transférant la saumure obtenue vers 3 réacteurs le T102 ; T104 ; T106 pour éliminer les impuretés sous forme de précipités ; qui sont le calcium (Ca) le magnésium (Mg) et le sulfate (SO₄) on utilisant des produits chimiques (Na₂CO₃;NaOH ; BaCl₂) selon les réactions suivant :



- Puis on injecte les flocculant afin de favoriser l'agglomération ou la floculation des impuretés par leurs rassemblements ce qui augmente leurs poids pour se décanter au fond du réacteur.



Figure II. 4: Les produits chimiques



Figure II. 5: Réacteur T 102

II.5.2.3 Traitement physique

- Après la saumure est passé vers le T108 c'est un grand décanteur concave où la boue qui reste se décante par rotation ; Au cours de la décantation, les précipités accumulés (principalement Mg(OH)₂ et CaCO₃) sont accumulés en bas du décanteur sous forme de boues à rejeter.

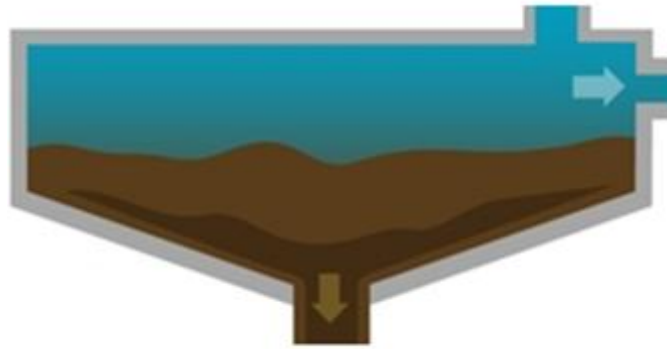
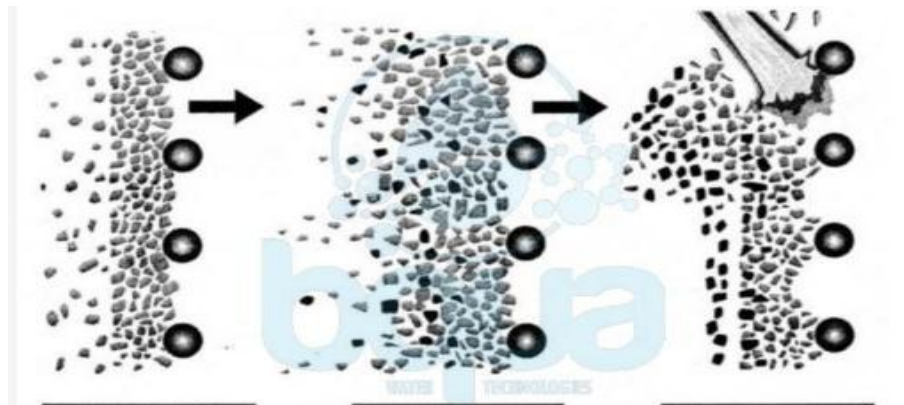


Figure II. 6 : Décanteur (T108)

- Puis elle est envoyée vers un bac de stockage le T110 ; à l'aide d'une pompe P110A et P110B on le transfère vers deux filtres F111A et F111B pour la filtration à l'aide de pré-coat selon la figure suivante :



- 1- Formation de pré-coat 2- Formation de gâteau de filtration 3- Enlèvement de gâteau de filtre

Figure II. 7: Filtration

- Après elle est transmise à T115 c'est un bac de stockage où elle est envoyée par 2 pompes P115A et P115B à un échangeur de chaleur pour augmenter la température de 40°C jusqu'à 60°C.
- Ensuite, elle est envoyée aux colonnes V115 A ; B et C pour la filtration par une résine échangeuse de cations afin d'éliminer les impuretés sous forme de cations (Ca, Mg, Fe, ...). Pour conserver la haute performance de l'électrolyse membranaire, il est

Chapitre II : Généralités sur l'hypochlorite de sodium

essentiel d'alimenter la cellule d'électrolyse avec une saumure de haute pureté ; La concentration de cette saumure en Mg^{2+} et Ca^{2+} ne doit pas dépasser 20ppb (partie par billion) ; ces colonnes se travail en continue et après certain temps l'un des trois colonnes entre à la régénération avec la soude NaOH et l'acide HCl et le rinçage avec l'eau pour que la résine ne contient plus de traces de régénérant.



Figure II.8:V115 A, B, C

II.5.2.4 L'électrolyse

- Puis elle est transmise au T120 bac de stockage ; ensuite elle est envoyée par deux pompes P120A et P120B à l'électrolyseur où on fait l'électrolyse de la saumure. L'électrolyseur utilisé est constitué par un nombre déterminé de cellules. Chaque cellule est constituée d'une anode en titane, cathode en nickel et une membrane poreuse. Ces cellules sont assemblées et branchées aux bornes de la cathode et de l'anode du redresseur qui assure l'alimentation en courant continu de ces cellules pour que les réactions de l'électrolyse se produisent.
- Seuls les ions sodium (Na^+) vont migrer de l'anode vers la cathode à travers la membrane pour se combiner avec les ions hydroxydes (OH^-) pour former de la soude caustique (NaOH) de 31% à 32% selon la réaction :



- La soude caustique produite sera collectée dans un réservoir de stockage. ; Cette soude sera diluée à une concentration de l'ordre de 20% afin de l'utiliser dans la production de l'hypochlorite de sodium ; Le chlore gaz recueilli au niveau de l'anode sera acheminé vers le réacteur pour la production de l'hypochlorite de sodium (eau de Javel) ou pour la production d'autres produits comme

Chapitre II : Généralités sur l'hypochlorite de sodium

(L'acide chlorhydrique HCl ; le chlorure ferrique FeCl₃ et chlore liquide Cl₂) ;
L'hydrogène formé lors de la réduction de l'eau au niveau de la cathode sera dissipé dans l'atmosphère (air libre).

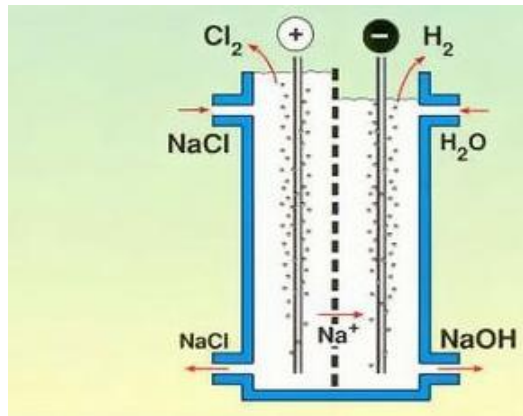


Figure II. 9: électrolyse à membrane

II.5.2.5 Production d'hypochlorite de sodium

- La soude et le chlore qui sort de l'électrolyse sont acheminés vers l'hypo-réacteur ; où la soude se rentre sous forme d'une douche sur le chlore gaz avec l'hypochlorite de sodium qui est produite dans une colonne de neutralisation (T190) par la soude et le chlore ; l'hypochlorite de sodium produite est envoyé vers 2 bacs (T191A) et (T191B) cette quantité doit être refroidit à travers un échangeur a (19°C) et recyclé jusqu'à atteindre le niveau requis.



Figure 10.II: colonne de neutralisation

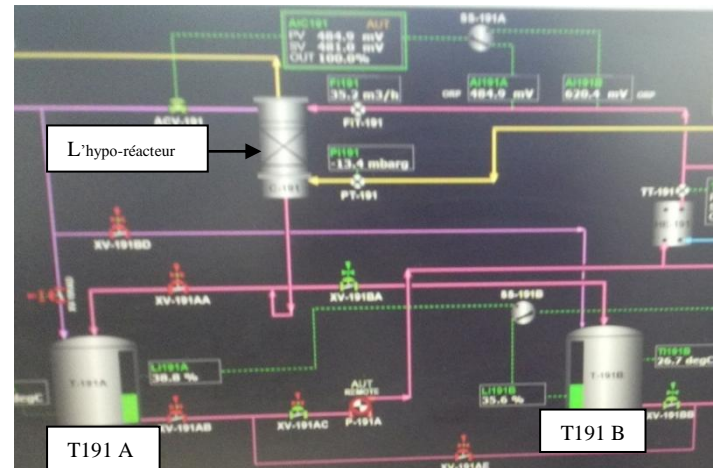


Figure II.11:l'hypo-réacteur

Chapitre II : Généralités sur l'hypochlorite de sodium

- Lorsque on atteint ce niveau l'hypochlorite de sodium est envoyer automatiquement aux bacs de stockage ; afin de proposer le produit final à la vente, ce dernier sera conditionné dans plusieurs bacs de stockage (T192 A ; B et C) hermétiquement clos ; de capacité 150m³ ; Ces bacs sont disposés dans un endroit sec et frais, à l'abri de la lumière solaire directe et la chaleur et peuvent contenir le produit pendant une semaine.

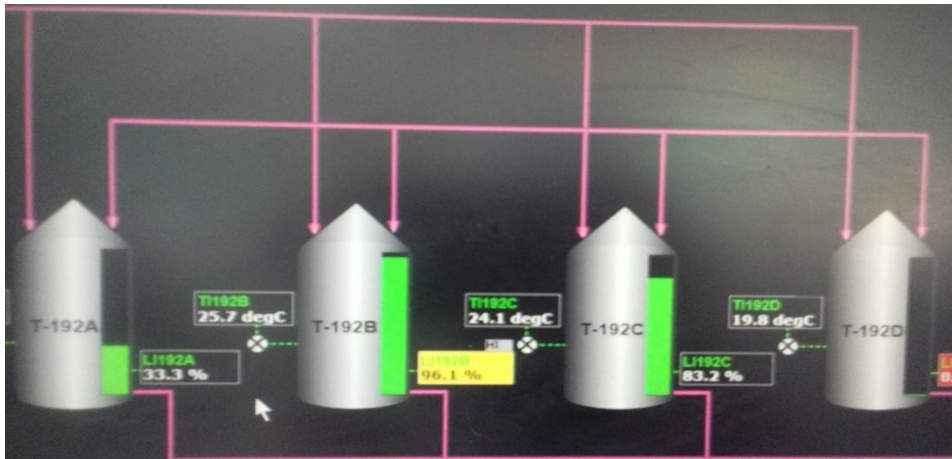


Figure II.12: les bacs de stockage T-192 A;B;C

II.6 Obtention du dichlore et de l'hydroxyde de sodium

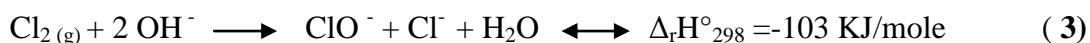
Le dichlore et l'hydroxyde de sodium sont, à l'heure actuelle, essentiellement produits par électrolyse de solutions aqueuses de chlorure de sodium. A l'anode, du dichlore est produit selon la demi-réaction d'oxydation suivante :



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 car 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, Cl₂ et H₂ est explosif. Donc par mesure de sécurité, chaque électrolyse est équipée d'une installation capable de transformer le chlore hautement concentré en un hypochlorite de faible concentration.

Chapitre II : Généralités sur l'hypochlorite de sodium

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'hydroxydes.

Il existe alors trois techniques différentes d'électrolyse :

- le procédé à l'amalgame de mercure, aussi appelé l'électrolyse à mercure.
- l'électrolyse à diaphragme.
- l'électrolyse à membrane.[7]

Vue leurs impacts très négatif sur l'environnement, les deux premiers procédé ne sont plus utilisés (ou de moins en moins utilisés) ; Dans le cas de l'usine Adwan, est utilisé, le procédé de l'électrolyse membranaire qui est beaucoup plus respectueux pour l'environnement.[8]

II.6.1 Electrolyse à membrane

Cette technique s'est développée dans les années 70, elle ressemble à l'électrolyse à diaphragme. La cellule est divisée en deux compartiments par une membrane poreuse de très grande qualité. Le tout fonctionne comme un échangeur d'ions : la membrane consiste en un squelette de polymère perfluoré des deux côtés. La dessus sont greffés les deux groupes d'échangeurs de cations : le sulfonique à l'anode, le carboxylique à la cathode. Le compartiment anodique est alimenté par la saumure purifiée et saturée en chlorure de sodium. Le chlore se libère à l'anode, l'hydrogène à la cathode. Les ions de sodium se déplacent au moyen de la membrane vers le compartiment cathodique et réagissent en présence de l'eau pour former la lessive de soude. Par évaporation, la concentration finale est augmentée et passe de 32% à 50%

L'avantage du procédé à membrane est double :

- une consommation d'énergie basse voisine de celle des cellules à diaphragme;
- la production d'une soude caustique très pure.

Ce procédé est utilisé pour la production de 33% du chlore en Europe. [7]

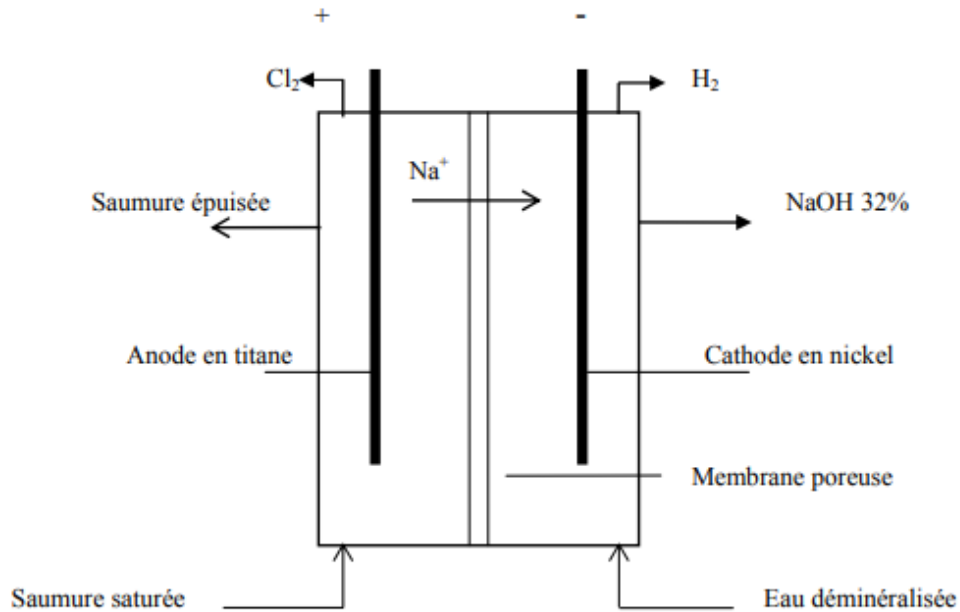


Figure II.13: électrolyse à membrane

II.6.2 Obtention de l'eau de Javel

Industriellement, l'eau de Javel est essentiellement obtenue en dissolvant, selon la réaction (3), du dichlore gazeux provenant d'une électrolyse (voir ci-dessus), dans une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium résultant de cette même électrolyse. Chimiquement, cette réaction est une dismutation du chlore en ion chlorure (nombre d'oxydation - I) et en ion hypochlorite (nombre d'oxydation + I). Les eaux de Javel sont donc des solutions aqueuses contenant les ions suivants : ClO^- , Na^+ et Cl^- , ainsi que des ions OH^- en excès (voir le paragraphe 3.1.1.).

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 (voir le paragraphe 3.1.2.), le milieu doit être refroidi et maintenu à une température ne dépassant pas 30-40°C ;
- Les solutions d'hypochlorites sont corrosives et surtout, elles sont décomposées en présence de faibles quantités d'ions métalliques (voir le paragraphe 3.1.4.) : les cuves et canalisations sont en polychlorure de vinyle (PVC), les pompes sont en titane.

II.6.3 Définitions de la concentration d'une eau de Javel

II.6.3.1 Degré chlorométrique ($^{\circ}\text{chl}$)

Il donne le 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. Cette valeur est à comparer avec la solubilité limitée du dichlore dans l'eau (paragraphe 3.1.).

II.6.3.2 Pourcentage de chlore actif

Au niveau européen, a été retenue cette définition, anglo-saxonne, du titre d'une eau de Javel. Il 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. Par ailleurs, l'expression chlore actif désigne le chlore de l'hypochlorite, de nombre d'oxydation +I, qui est effectivement actif, mais aussi le chlore, de nombre d'oxydation -I, inactif comme oxydant, présent sous forme d'ions Cl^- (voir réaction 3).

Les concentrations obtenues industriellement sont généralement de 12,5 à 13% de chlore actif et ces solutions sont dénommées extraits. Le terme extrait est réservé aux solutions titrant au moins 10,7 % de chlore actif, les solutions de titre inférieur étant appelées eaux de Javel. La concentration des extraits peut atteindre 25 % de chlore actif : dans ce cas le chlorure de sodium contenu précipite en partie et est retiré de la solution. L'hypochlorite de sodium se présente toujours sous forme d'une solution, bien que le sel hydraté ait été isolé, mais c'est un solide instable qui ne peut être commercialisé sous cette forme.

Le tableau 1 donne pour une eau de Javel et pour un extrait les correspondances entre les définitions.

Chapitre II : Généralités sur l'hypochlorite de sodium

Tableau II.1. correspondance entre degré chlorométrique et pourcentage de chlore actif

	Extrait de javel	Eau de javel
Degré chlorométrique	48	12
Pourcentage de chlore actif	12.51 à 12.97	3.61 à 3.65
Chlore actif	152.16g/l	38.04g/l
Densité moyenne	1.216 à 1.173	1.054 à 1.043
PH	12.5	11.5

II.7 Propriétés de l'hypochlorite de sodium

La solution d'hypochlorite de sodium, communément appelée « eau de Javel » est un Liquide jaune clair ; d'odeur caractéristique, il peut se décomposer lentement avec le temps. La condition et la vitesse de décomposition sont liées aux paramètres importants suivants: concentration d'hypochlorite, température, lumière et impuretés métalliques.[8]

L'eau de Javel se présente sous forme liquide (en bouteilles ou en berlingots) ou solide (en pastilles).

Propriétés oxydantes : l'eau de Javel est d'autant plus oxydante que son pH est faible; son action décolorante et désinfectante est, en partie, due à sa capacité d'oxyder de nombreux composés organiques.

Propriétés désinfectantes : elles sont dues au pouvoir bactéricide de l'acide hypochloreux qui diffuse à travers la paroi des cellules des bactéries en détruisant des protéines membranaires.

Propriétés détergentes : elles sont apportées par un détergent approprié compatible avec l'Eau de Javel (présence dans sa composition d'un détergent cationique, par ex. l'OXYDE d'AMINE qui est particulièrement stable en milieu fortement oxydant), et éventuellement un parfum pour laisser à la surface traitée une odeur agréable.

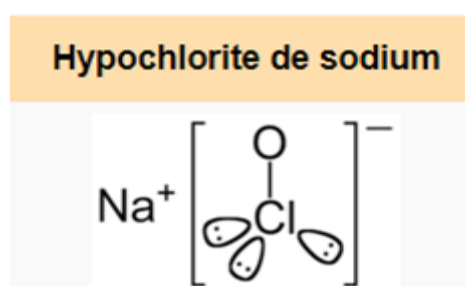


Figure II.14: structure d'hypochlorite de sodium

II.8 Action désinfectante de l'Eau de Javel

L'action désinfectante de l'Eau de Javel en milieu aqueux est principalement liée à l'action de l'acide hypochloreux (HOCl). Cette forme peu ionisée du chlore dans l'eau pénètre facilement au travers des parois et des membranes cellulaires des entités microscopiques : virus, bactéries, spores, champignons, parasites. Dans certaines situations, la forme chlore gazeux (Cl₂) peut même exister lorsque des pH inférieurs à 4 existent localement; elle pénètre très facilement les membranes cellulaires.

Le chlore actif libre présent dans la solution agira de 2 façons : par un caractère oxydant général et par l'action immédiate et spécifique de chloration des fonctions aminées des protéines. On peut rappeler qu'un cm³ de solution à 0,1 g de chlore actif /m³ contient un peu moins de 1 million de milliards de molécules de chlore ou d'acide hypochloreux.

Dans un environnement contenant des matières azotées (ammonium ou amines), le chlore actif sera consommé avec formation de monochloramines. La concentration en désinfectant ne sera donc pas la concentration initiale du milieu en chlore, mais le chlore résiduel. Les monochloramines sont elles-mêmes légèrement désinfectantes. Suivant la concentration en acide hypochloreux et les 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. Par contre 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.[9]

II.9 Sécurité pour L'homme

La concentration pondérale en soude libre, présente pour assurer la stabilité, est toujours inférieure à 1 %.

Le contact direct avec les yeux ou la peau s'il est suivi d'un rinçage immédiat ne provoque pas de lésions permanentes.

Chapitre II : Généralités sur l'hypochlorite de sodium

Lorsque l'Eau de Javel est mélangée avec des produits acides, il se produit un dégagement de chlore gazeux, très irritant, qui alerte immédiatement l'utilisateur. Le risque de contact prolongé est ainsi évité et les incidents rapportés sont, à de très rares exceptions près, toujours bénins et limités dans le temps.

Lorsque l'Eau de Javel est mélangée à l'urine, il se produit un dégagement de NCl_3 (trichlorure d'azote ou trichloramine) qui est irritant pour les voies respiratoires.

Lorsque l'Eau de Javel est utilisée en milieu professionnel ou industriel, il est obligatoire de se procurer la Fiche de Données de Sécurité (FDS) auprès du fabricant.[9]

II.10 Sécurité pour L'environnement

L'hypochlorite de sodium est un produit hautement réactif et se transforme rapidement pendant et après son utilisation.

La réaction principale au cours de son utilisation est une oxydation qui entraîne à terme sa décomposition (à environ 99 %) en chlorure de sodium (sel de table), oxygène et eau. D'autres substances se forment, en faible quantité, par réaction avec les substances organiques et azotées dans le milieu ; mais sur le plan environnemental, elles doivent être prises en compte.

Ces sous-produits sont le chloroforme, les AOX (halogènes organiques adsorbables) appartenant à la classe des composés organohalogénés et les acides chloroacétiques.

De nombreuses études ont été effectuées qui, ensemble, fournissent une base sérieuse pour évaluer les risques en ce qui concerne l'hypochlorite lui-même ainsi que les substances AOX formées pendant l'utilisation domestique de l'Eau de Javel. Des scientifiques qualifiés indépendants en ont tiré la conclusion suivante :

- la quantité d'AOX formée pendant ou suite à l'utilisation ménagère est extrêmement faible et la plupart de ces sous-produits sont facilement dégradables, ont une toxicité faible et ne sont pas bio-accumulables.
- les dioxines ne sont pas présentes dans les produits à base d'hypochlorite de sodium et ne se forment pas dans les conditions d'utilisation.[9]

II.11 Avantages et qualités de l'Eau de Javel

En conclusion, l'Eau de Javel grâce à ses propriétés uniques, est depuis longtemps le produit d'hygiène irremplaçable que l'on utilise toujours aujourd'hui pour l'entretien de la maison :

- Elle blanchit le linge ;
- c'est un excellent produit de détachage et permet d'éliminer des mauvaises odeurs (par destruction des microorganismes et oxydation des composés odorants)
- c'est un désinfectant à spectre d'activité complet. Son emploi ne se limite pas à l'entretien de la maison ;
 - elle est aussi utilisée dans les hôpitaux, les écoles, en restauration collective et dans l'industrie agro-alimentaire pour prévenir la prolifération des infections bactériennes et virales. ;

Dans le traitement de l'eau potable : l'eau de Javel ou le dichlore en solution donneront, au pH de l'eau, un mélange de HClO et de ClO^- , Ce traitement, par formation de composés organochlorés, donne à l'eau un goût désagréable.[9]

II.12 Conservation et précaution d'emploi

- L'Eau de Javel se conserve à l'abri de la chaleur, de la lumière et du soleil, se référer à la date de péremption indiquée sur l'emballage.
- Les flacons d'Eau de Javel doivent être maintenus fermés et conservés en position verticale.
- L'Eau de Javel ne doit pas être entreposée à proximité de produits oxydants (pastilles et "chlore solide") ou de produits acides.
- Il est nécessaire de se référer aux recommandations et préconisations sur l'étiquette de l'eau de javel que vous avez achetée.
- L'Eau de Javel doit être conservée hors de la portée des enfants.
- Il ne faut pas préparer les solutions d'Eau de Javel en présence d'enfants en bas âge.
- 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. [10]

Chapitre III :

Partie expérimentale

Chapitre III : partie expérimentale

III.1 Introduction

Afin d'assurer la conformité du produit fini par rapport aux exigences de normes mondiales, et afin d'assurer son uniformité et sa stabilité de qualité, il est nécessaire d'effectuer une série d'analyses et les refaire au niveau du laboratoire chaque heure. Dans le cas de la réception d'un avis de non-conformité, il est impératif d'effectuer d'autres tests.

III.2 Analyses effectuées au niveau du laboratoire

III.2.1 Détermination d'hydroxyde de sodium et carbonate de sodium dans le produit l'hypochlorite de sodium (NaClO):

III.2.1.1 Réactifs

- Eau distillée neutre
- Peroxyde d'hydrogène (eau oxygénée) H_2O_2 neutre (6%)
- Acide chlorhydrique HCl 0.1N
- Phénolphtaléine indicateur coloré
- méthylorange indicateur colorée

III.2.1.2 Appareillage

- Erlenmeyer de 250ml
- Pipette de 5ml
- Burette de 25 ml

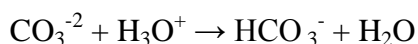
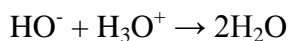
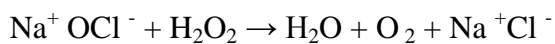
III.2.1.3 Procédure

- * Prélever 25 ml d'eau distillée neutre qui ne contient pas de dioxyde de carbone dans un erlenmeyermeyer de 250 ml.
- * Pipeter 5ml de l'échantillon NaClO dans l'erlenmeyer
- * Ajouter le peroxyde d'hydrogène H_2O_2 neutre (à 6%) goutte à goutte dans l'erlenmeyer jusqu'à l'arrêt de la libération d'oxygène.
- * Ajouter 4 à 5 gouttes d'indicateur phénolphtaléine et titrer avec l'acide chlorhydrique HCl à 0.1N jusqu'au premier point de virage (disparition de la couleur rose)
- * Noter le volume $S1 = v_{HCl}$ à 0.1N (en ml) consommé pour atteindre le premier point de virage.
- * Ajuster la burette de HCl 0.1N solution à 0(zéro).

- * Ajouter 4 à 5 gouttes de solution méthyle orange indicateur et titrer avec HCl 0.1N jusqu'au second point virage (apparition de la couleur jaune brunâtre)
- * Noter le volume $S_2 = v_{(HCl)}$ (en ml) à 0.1N consommé pour atteindre le second virage.

III.2.1.4 Réactions

Les réactions qui ont lieu sont:



III.2.1.5 Calcul et expression des résultats

$$NaOH \text{ (\%m/v)} = 40 * 0.1 * F * (S_1 - S_2) * 100 / (1000 * V)$$

$$= 0.4 * F * (S_1 - S_2) / V$$

$$Na_2CO_3 \text{ (\%m/v)} = 53 * 0.1 * F * 2S_2 * 100 / (1000 * V)$$

$$= 1.06 * F * S_2 / V$$

$$= 0.212 * S_2$$

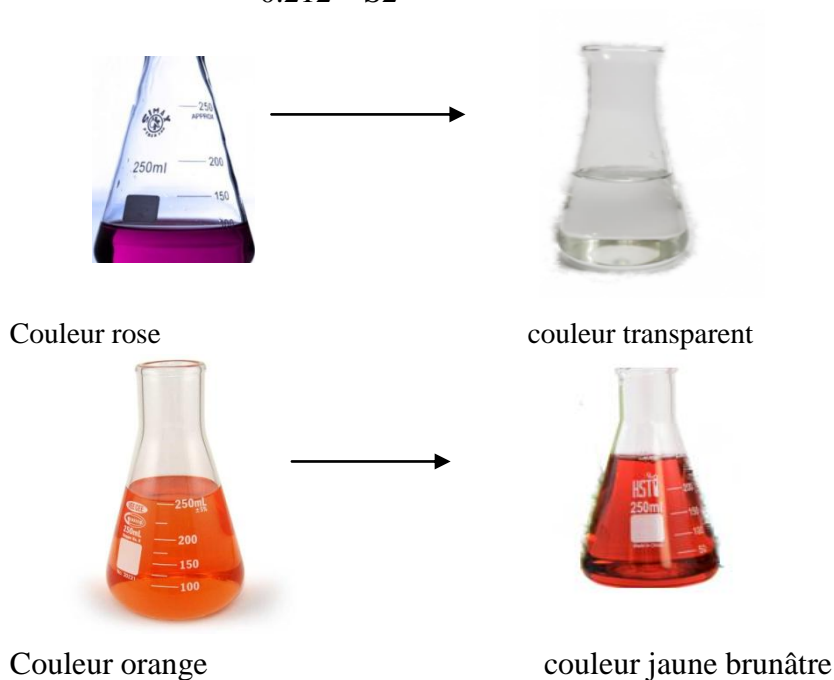


Figure III.1: détermination d'hydroxyde de sodium et de carbonate de sodium

III .2.1 Détermination d'hypochlorite de sodium (NaClO) et de chlore actif contenu dans le produit hypochlorite de sodium

Le principe Oxydation de l'iodure de potassium en milieu acétique et titrage de l'iode libéré par une solution de thiosulfate de sodium 0,1 N :

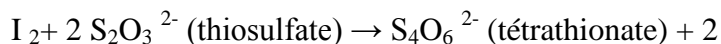
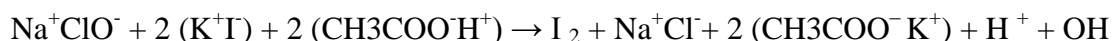
III .2.1.1 Réactifs

- Iodure de potassium (10%)
- l'eau distillée
- acide acétique (80%)
- indicateur d'amidon
- solution $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$

III .2.1.2 Appareillage

- balance technique
- erlenmeyer de 250 ml.
- Burette

III .2.1.3 Réactions



III.2.1.4 Procédure

- * prélever 25ml d'eau distillée dans un erlenmeyer de 250ml.
- * peser avec précision (0.3-0.6)g +- 0.1mg(T g) NaClO dans l'erlenmeyer .
- * Ajouter 10ml d'iodure de potassium (10%) +10ml d'acide acétique (80%) et agiter quelque secondes doucement.
- * Titrer l'iode libéré avec 0.1N solution $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ jusqu'à ce que le mélange devienne jaune paille.
- * Ajouter 1ml de solution d'indicateur d'amidon et continuer le titrage jusqu'à ce que la couleur bleu foncé du complexe iode amidon disparaît (S=ml de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (0.1N) consommés).

III.2.1.5 Calcul et expression des résultats

$$\text{NaClO} (\% \text{ m/v}) = 37.23 * 0.1 * F * S * 100 * d / (1000 * T)$$

$$= 0.3723 * F * S * d / T$$

$$\text{T.c.a} (\% \text{ m/v}) = 35.46 * 0.1 * F * S * 100 * d / (1000 * T)$$

$$= 0.3546 * F * S * d/T$$

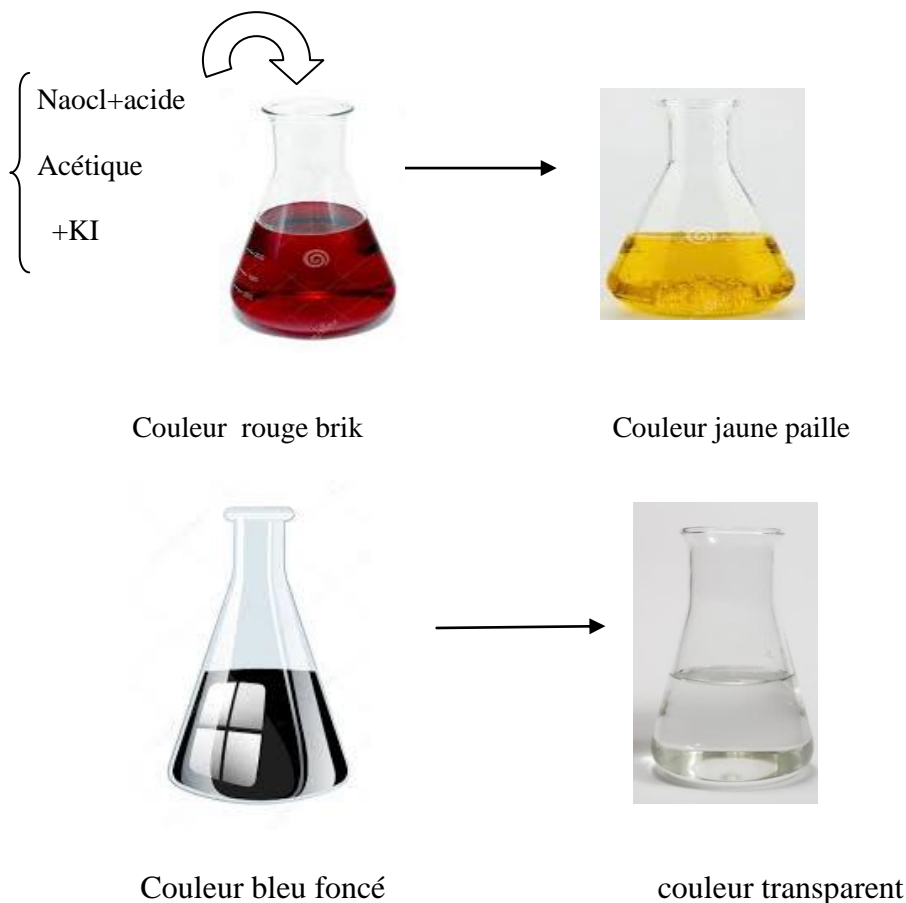


Figure III.2.: détermination de chlore actif

III.2.3: Détermination de taux de fer dans l'hypochlorite de sodium

Le taux de fer est déterminé avec une appareil ICP qui est composé de : (Optical optima 800 ; plasma generator ; S10 autosampler) reliée a un ordinateur ; cette analyse est faites une fois par semaine

- * mettre les échantillons à analyser dans S10 autosampler
- * ils sont transférés après au ; plasma generator
- * après quelques secondes lire directement le résultat sous forme d'un spectre à l'aide d'un logiciel (logiciel winlab 32)

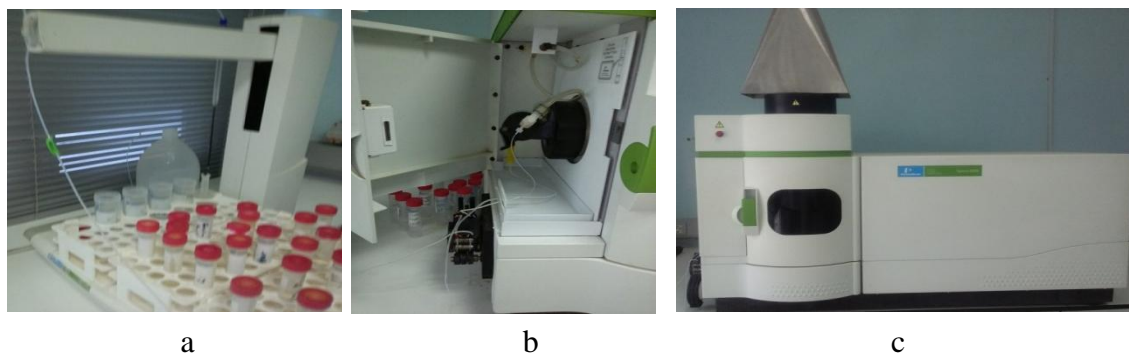


Figure III. 3: a-S10 autosampler b:plasma generator c:optical optima

III.2.4 Détermination de chlorate de sodium dans l'hypochlorite de sodium

III.2.4.1 Réactifs

- Solution de NaOH 20%
- KBr
- Solution de HCl 37%
- solution de 1% KI
- Solution $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (0.1N)
- Solution indicateur d'amidon
- Iodure de potassium (10%)
- Acide acétique (80%)
- Eau distillée

III.2.4.2 Appareillage

- Un erlenmeyer de 500 ml
- Un bécher de 150 ml

III.2.4.3 Procédure

III.2.4.3.a Détermination de ($\text{NaClO} + \text{NaClO}_3$)

- Prenez 20 ml d'eau distillée et 20 ml de solution de NaOH 20% dans un erlenmeyer 500ml.
- Peser avec précision 0.3 à 0.5g (T1) de l'échantillon de NaOCl refermez le bouchon de la fiole et agiter quelques minutes doucement.
- Ajouter 1 g de KBr et la dissoudre en agitant l'erlenmeyer
- Déposer 200 ml d'une solution de HCl 37 % dans l'erlenmeyer et fermer le bouchon

Chapitre III : Partie expérimentale

- Prendre 100 ml de solution à 1% de KI dans un bécher de 150 ml
- Ajouter 50 ml de la solution de KI 1% dans l'erenmeyer
- Mettre l'erenmeyer dans un endroit sombre et attendre 15-20 min
- Prendre l'erenmeyer et ouvrir le bouchon doucement et ajouter 50 ml de solution KI 1% à nouveau
- Titrer l'iode libéré avec solution $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (0.1N) jusqu'à ce que le mélange est jaune paille en couleur.
- Ajouter 1ml de solution indicateur d'amidon et continuer le titrage jusqu'à ce que la couleur bleu foncé du complexe iode-amidon disparaît (S1 (ml) de 0.1 N $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ consommés).

Test blanc

Répéter l'essai en utilisant 50 ml d'eau distillée au lieu de l'échantillon (S2=ml de 0.1 N $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ consommé pour le blanc).

III.2.4.3.b Détermination de NaClO

- * Prélever 25ml d'eau distillé dans un erlenmeyer de 250ml
- * Peser avec précision (0.3-0.5)g (T2) NaClO dans l'erenmeyer
- * Ajouter 10ml d'iodure de potassium (10%) +10ml d'acide acétique (80%) et agiter quelques secondes doucement.
- * Titrer l'iode libéré avec solution d'indicateur d'amidon et continuer le titrage jusqu'à ce que la couleur bleu foncé de complexe iode-amidon disparaît (S3 en ml de 0.1 N $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ consommé)

III.2.4.3.c Calcul et expression des résultats

$$X1 = \text{NaClO (\% m/v)}$$

$$= (0.3723 * F * S3 * D)/T2$$

$$x2 = (+\text{NaClO}_3 \text{ NaClO} \quad \text{NaClO}_3 \text{ (en \% m/v)})$$

$$= (0.1774 * F * (S2-S1) * d/T1) \quad \text{où } d \text{ est la densité de NaClO}$$

$$\text{NaClO}_3 \text{ (\%m/v)} = x2 - (17.74 * x1/37.23)$$



Couleur rouge brik



couleur transparent

- Teste blanc



Couleur transparent



couleur transparent

Figure III.4: détermination de chlorate de sodium

III.2.5 Détermination du chlorure total dans l'hypochlorite de sodium

III.2.5.1 Réactifs

- H_2O_2 neutre (6%)
- Eau distillé
- Solution de H_2SO_4 4N
- Solution de Na_2CO_3 1N
- Solution de K_2CrO_4 (10%)
- Solution d' AgNO_3 0.05 N

III.2.5.2 Appareillage

- erlenmeyer 250ml
- une fiole jaugée de 250 ml
- Pipette de 5ml
- Burette

III.2.5.3 Procédure

- Pipeter 10ml de l'échantillon NaClO dans erlenmeyer 250ml
- Ajouter H₂O₂ neutre (6%) goutte à goutte dans l'Erlenmeyer jusqu'à l'arrêt de la libération de l'oxygène.
- Transférer cette solution dans une fiole jaugée de 250 ml et de diluer la solution à 250ml avec l'eau distillée, bien mélanger.
- Pipeter 5ml (v=0.2ml de l'échantillon NaOCl originale) solution de la fiole jaugée en un autre erlenmeyer et ajouter 50ml d'eau distillée bien mélanger.
- Vérifier le pH de la solution :
 - * Si le pH de la solution est acide, ajuster le pH=6-7 avec Na₂CO₃ 1N
 - * Si le pH de la solution est basique, ajuster le pH=6-7 avec H₂SO₄ 4N
- Ajouter 8-10 gouttes de solution K₂CrO₄ (10%) et titrer le mélange avec AgNO₃ 0.05 N jusqu'à ce que la couleur devienne jaune brunâtre (S=0.05N solution de AgNO₃ consommée).

III.2.5.4 Calcul

Chlorure totale (Cl⁻)(%m/v) = $35.46 * 0.05 * F * S * 100 / (1000 * v)$

$$= 0.1773 * F * S/v$$



Couleur jaune



couleur jaune brunâtre

Figure III.5: détermination du chlorure totale

III.2.6 Détermination de la densité

III.2.6.1 Définition

La densité est le rapport entre la masse d'un certain volume d'Eau ou de Concentré de Javel à 20 °C et la masse du même volume d'eau distillée à 20 °C. Cette valeur est exprimée sans unité.

III.2.6.2 Principe

La méthode recommandée est la méthode par aréomètre couramment dénommé "densimètre".

III.2.6.3 Appareillage

- Aréomètres (dénommés “densimètres”) normalisés selon la norme ISO 650 :
- Eprouvette de 250 ml.
- Thermomètre gradué en demi-degré.



Figure III.6: Aréomètre normalisé selon la norme ISO 650

III.2.6.4 Mode opératoire

- Nettoyer et sécher tout l'appareillage avant utilisation.
- Amener l'Eau ou le Concentré de Javel à une température de $20\text{ °C} \pm 0,5\text{ °C}$.
- Verser l'Eau ou le Concentré de Javel dans l'éprouvette tenue inclinée afin d'éviter la formation de bulles d'air.
- Placer l'éprouvette verticale, plonger doucement l'aréomètre ou “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 ou le thermomètre.
- Noter la lecture sur l'échelle correspondant au plan d'intersection de la surface liquide horizontale avec la tige. Pour faire la lecture, regarder l'échelle à travers le liquide, en ajustant la ligne de visée pour être dans le plan de la surface du liquide.
- Relever la valeur obtenue (masse volumique : ρ).

III.2.6.5 Calcul de la densité

La densité **d** est exprimée comme suit :

$$d = \frac{\rho}{\rho_0(\text{eau}, 20\text{ °C})}$$

ρ = masse volumique de l'Eau ou du Concentré de Javel en Kg/m³

ρ_0 = masse volumique de l'Eau en Kg/m³ à 20°C = 998

Chapitre IV:

Résultat et discussion

Chapitre IV: résultat et discussion

IV.1 Taux de fer dans l'hypochlorite de sodium

Les résultats concernant l'analyse du taux de fer dans l'hypochlorite de sodium sont présentés dans la figure 1.

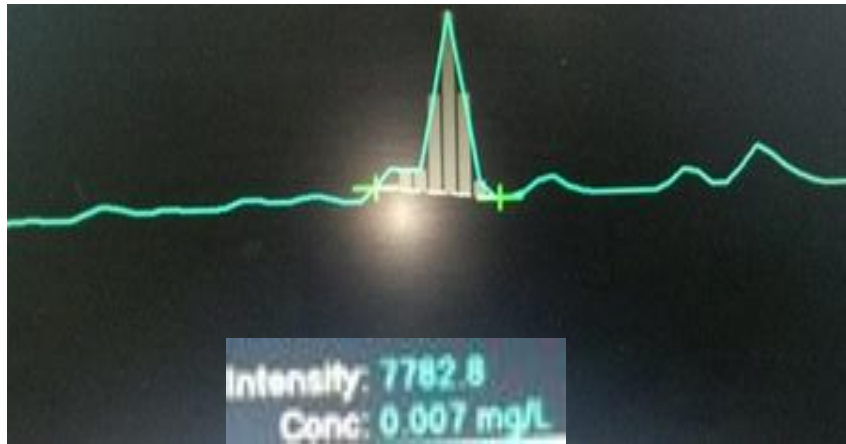


Figure IV.1: le taux de fer dans l'hypochlorite de sodium

Les résultats obtenus à partir des autres analyses chimiques sont résumés dans le tableau 1. D'après ce tableau on constate que tous les résultats obtenus des tests effectués sont dans les normes exigées.

Tableau IV.1: Résultats des analyses chimiques du produit hypochlorite de sodium

Paramètres d'analyse	La méthode	Les résultats		Les normes
Teneur en chlore actif	Titrimétrie	16.23	16.68	De 15-16
		16.66	15.78	
Degré chlorométrique	Titrimétrie	51.19	52.61	De 47.3-50.5
		52.58	49.77	
NaOH %	Titrimétrie	0.59	0.84	De 0.7-1.1
		0.76	1.06	
Na ₂ CO ₃ %	Titrimétrie	0.21	0.25	0.4
		0.19	0.19	
Densité à (20°C) Kg/m ³	Densimètre (1200-1300)	1.223	1.227	De 1200-1215
		1.225	1.227	
Fer (Fe) (ppm)	colorimétrique	0.005	0.007	Des Petites

mg/L				quantités de fer
Aspect	Visuelle	Jaune		

Discussion

La conformité aux exigences réglementaires et aux spécifications des clients est primordiale lors de la fabrication d'hypochlorite de sodium. Dans cette étude nous avons effectué quelques analyses chimiques courantes pour vérifier la conformité du produit hypochlorite de sodium fabriqué par la société ADWAN. D'après les résultats obtenus, le produit est bien conforme à normes exigées.

Références bibliographique

[1] F. Delmas. Production de chlore et de soude par le procédé à membrane échangeuse d'ions. Journal de Physique IV Colloque, 1994.

[2] : <https://www.lenntech.fr/procedes/desinfection/chimique/desinfection/desinfectants-hypochlorite-sodium.htm#ixzz5GhBejLL2>

[3] : (<http://www.societechimiquedefrance.fr/extras/Donnees/mine/hcl/texhcl.htm>), Société Chimique de France.

[4] : http://edu.ge.ch/dechandolle2/IMG/pdf/302_synthese_de_NaOH_sept2007.pdf .

[5] : Le livre blanc de chlore ((source : WHO Weekly Epidemiological Record, octobre 2000

[6] : [https:// w.universalis.fr/encyclopedie/chlore/ww](https://w.universalis.fr/encyclopedie/chlore/ww)

[7] : ABDELHAK N, KELLOU M A : Conception d'un système de comptage automatisé à l'usine FCI : Partie automatisation par API S7-1200mémoire de fin d'étude, Université Kasdi Merbah Ouargla 2016

[8] : <http://www.adwanchem.com/products/>)

[9] : J.N Joffin, B Chevalier: HYPOCHLORITES ET EAUX DE JAVEL unités de concentration, préparation des solutions désinfectantes version Mars 2015.

[10] : Chambre Syndicale Nationale de l'Eau de Javel NEUILLY-SUR-SEINE ; Edition mai 2010

[11] : <http://www.eaudejavel.fr/precautions-emplois.html>

ملخص

يخصص هذا العمل لمتابعة عملية تصنيع هيبوكلوريت الصوديوم والتحقق من امتثال هذا المنتج للمعايير المطلوبة في شركة عدوان للكيمياويات. لديها أربعة فصول ، الأول يعطي عرضا للشركة. والثاني مخصص للعموميات على هيبوكلوريت الصوديوم وعملية التصنيع الخاصة به. يتعلق الأمر الثالث بالأجهزة والطرق المستخدمة لإجراء التحليلات اللازمة للتحقق من مطابقة المنتج الذي تصنعه الشركة. يعرض الأخير النتائج التي تم الحصول عليها والتي توضح مطابقة المنتج

Résumé

Le présent travail est consacré au suivi du procédé de fabrication de l'hypochlorite de sodium et à la vérification de la conformité de ce produit au sein de l'entreprise ADWAN CHEMICALS. Il comporte quatre chapitres, le premier donne une présentation de l'entreprise. Le deuxième est consacré à des généralités sur l'hypochlorite de sodium et son procédé de fabrication. Le troisième s'intéresse au matériel et méthodes utilisés pour effectuer les analyses nécessaires à la vérification de la conformité du produit fabriqué par l'entreprise. Le dernier présente les résultats obtenus qui montrent la conformité du produit.