

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 de Technologie Chimique Industrielle

Rapport de soutenance

En vue l'obtention du diplôme

De Licence professionnelle en :

Génie de la formulation

Thème :

**Suivie du processus de fabrication du sel dans l'entreprise
ENASEL
Chott Merouane**

Réalisé par :

Mr. YUCEF Radouane

Encadré par :

Mr. MESBOUA Nouredine

MAA / Institut de Technologie

Année Universitaire : 2022/2023

Remerciements

En préambule à ce mémoire, qui est un aboutissement à de longues et fastidieuses années d'études universitaires, je remercie ALLAH le tout puissant de m'avoir aidé et fourni le courage nécessaire, qui ma permis de surmonter les difficultés durant ce parcours universitaire.

Qui j'e tiens à exprimer ma grande reconnaissance et mes vifs remerciements à ma promoteur Mr. MESBOUA Nouredine pour la confiance.

Enfin, je remercie l'ensemble des employés et des chimistes et techniciens de laboratoire et tout travailleur de ENASEL pour les conseils et l'information qu'ils ont pu me prodiguer au cours de ce stage.

A toutes les personnes qui ont participé à ce projet de près ou de loin en soient pleinement merci.

Je remercie très vivement l'ensemble d'enseignants et le personnel de l'institut de technologie de notre université pour l'aide qu'ils ont fournie.

Mes remercies vont également à tous mes amies et collègues de vont Promotion 2023 de l'institut de Bouira. Enfin mes remerciements à tous les membres du jury.

Dédicaces

Je dédie ce travail à mes chers parents Abd el kader et Blema Fatima

zahra ; Deux personnes exceptionnelles qui, par leur

amour, leur dévouement, leur patience et leur soutien

inconditionnel m'ont permis d'arriver là où je suis.

A mon frère Fowaz. A mes sœurs Saida , Somia , Sara. mes chères

neveux Saleh , Sadek , Ratil , Anas

Je la dédie, aussi, à mes amies les plus proches Et à toute

Liste des figures

Figure 1: Carte de situation des Chotts en Afrique du Nord	4
Figure 2: marais salin de Guérande	6
Figure 3: Structure d'un cristal de chlorure de sodium (Encarta, 2009)	7
Figure 4: Chott merouane	10
Figure 5: Station de pompage	14
Figure 6: cristaux de sel (type halite)	15
Figure7 : Station de lavage (bac de mélange).....	16
Figure8 : camelle de sel sous forme d'haricot (forme de stockage du sel)	16
Figure9 : Gerbage du sel lavé, stocké en camell (pour séchage naturel).....	17
Figure 10: Exemple de sel conditionné	18

Liste des tableaux

tableaux 1: Caractéristiques du cristal de sel8

tableaux 2: compositions de sel iodé19

Liste des abréviations

ENASEL: Entreprise Nationale de Sel.

Ppm: partie par million.

P.E : près d'essai.

Pp: polypropylène.

Sommaire

Remerciements

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Introduction générale 1

Chapitre I: Présentation de l'entreprise et généralités sur le sel

I .1.Création2

I .2.Activité2

I .3.Potentiel de l'ENASEL2

I .4.Définition de salin Merouane:.....2

Chapitre II : Généralités sur le sel

II.1.Définition du sel5

II.2.l'historique du sel5

II.3. Composition chimique.....7

II.4.Origines de sel9

II.5.les différentes formes de sel 11

II .6.Utilisation 12

Chapitre III : Méthodes et Matériel

III.1.Pompage:..... 14

III.2.la cristallisation du sel:..... 15

III.3.Extraction:..... 15

III.4.lavage et stockage du sel :..... 16

III.5. Séchage et Broyage:..... 17

III.6.Iodation du sel :..... 17

III.7.Conditionnement:..... 18

Chapitre IV : Analyses et résultats

IV.1.Méthodes d'analyse de la granulométrie:20

1.2.Détermination des Matières Insolubles Dans l'eau % insolubles:21

1.3Conditionnement du sel iodé.....21

1.4.Etiquetage:.....	22
IV.2.analyses chimiques.....	23
2.1.Détermination des matières insolubles:.....	23
2.2.Détermination des sulfates:	23
2.3.Détermination des chlorures totaux:.....	23
2.4.Détermination des ions Ca^{2+} et Mg^{2+} :.....	24
2.5.Analyse de KIO_3	24
IV .3.Etalonnage de la solution thiosulfate (0,002 ou N/500):	25
Conclusion	28
Références bibliographiques	29
Résumé	

Introduction générale

Introduction générale

Nul produit n'est peut-être d'un usage plus courant que le sel ou chlorure de sodium. Nulle substance n'est, en tout cas, plus répandue puisque, dissous en quantité inépuisable dans l'eau de mer (30 g/l), le sel se trouve couvrir, sous cette forme, les trois quarts du globe, sans parler des mers intérieures, des lacs sales et des nombreux gisements de sel gemme qui existent dans presque tous les pays du monde. [1]

Trois secteurs de la chimie sont consommateurs de sel : l'électrolyse du chlorure de sodium, la fabrication du carbonate de sodium et celle de sulfate de sodium.

Fondant ionique par excellence, le sel a la propriété d'abaisser le point de congélation de l'eau dans lequel est dissous.

Les objectifs de notre travail est l'étude de méthode de préparation de sel dans l'usine ENASEL à EL MEGHAIER où qui on le faire de notre stage pratique.

Chapitre I: Présentation de l'entreprise et généralités sur le sel

Chapitre I: Présentation de l'entreprise et généralités sur le sel

I.1.Création

L'entreprise nationale de sel «ENASEL» est une entreprise publique et économique, c'est le plus grand producteur et distributeur algérien du sel, créée en 1983 issue de la restructuration de la Société Nationale des Recherche Minières (SONAREM). Par le décret n°83-444 du 16/07/1983.

- Chiffre d'affaires :160.000 000DA.
- Siège social :zone industrielle NESIGHA-EL MEGHAIER. ALGERIE.
- Effectif moyen de 600 personnes.

I.2.Activité

L'ENASEL a pour vocation d'exploiter les gisements de sel, son domaine d'activité est principalement de développer, produire, distribuer et commercialier le sel alimentaire et industriel et plusieurs types des sels chimiques avec une panoplie de sous-produit.

I.3.Potentiel de l'ENASEL

Sa production provient des cinq salins localisés à: Béthioua (Oran), Sidi Bouziane (relizane), Guer gour lamri (Sétif), El Outaya (Biskra) et Chott Merouane (El Meghaier), pour une quantité annuelle de 110 000 Tonnes de sel.

On trouve aussi des centres de distribution et des unités de services dans différentes villes.

I.4.Définition de salin Merouane:

Le salin de chott Merouane « NESIGHA » et une unité de production et commercialisation des selles alimentaire et industriel.

Elle traite annuellement entre 35000 et 40000 Tonnes de sel récolté à partir des tables salantes située à proximité de l'unité (500 m environ).

Elle est fixée à 20000 Tonnes de sel alimentaire et de 3000 Tonnes de sel industriel

Caractéristiques générales de l'exploitation

- Type de salin: sel solaire « évaporation solaire de la saumure »
- Origine de la matière primaire : pompage à partir du Chott
- Récolte : entièrement mécanisée par récolteur et remorques tractées
- Conditionnement : lavage secondaire, séchage, broyage, iodation et conditionnement
- Capacité d'extraction : 35000 Tonnes/ an environ de sel brut
- Date de réalisation : 1943
- Date de remise service: 1943

Principaux produits

- Sel alimentaire
- Sel industriel

Situation géographique

Le Chott Merouane est situé dans la région NORD-EST du Sahara Algérien dans la wilaya d'El Meghaier, 9 Km d'El Meghaier ville, avec les coordonnées géographiques (figure 1).

33°55'N 06°10'E et avec une altitude de moins de 40m et une superficie de 337.700 hectares.

Le Chott Merouane est une zone humide, cela vient d'Oued-Khrouf (figure I.3) du canal collecteur et exutoire des eaux d'évacuation issues des eaux de drainage des palmeraies (excès d'irrigation) et de rejets d'eaux usées des communes de Touggourt et de Djamâa. Situé en région aride caractérisée par un climat aride, le Chott est un biotope adéquat pour l'avifaune sédentaire et de passage. Le Chott présente une importance internationale [03].

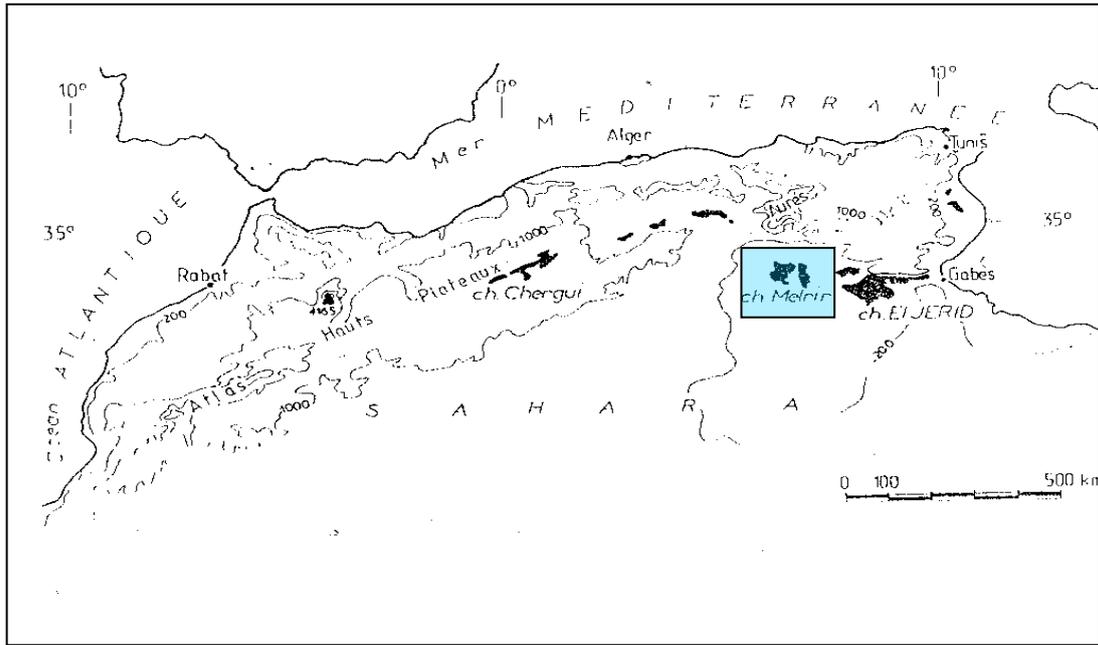


Figure 1: Carte de situation des Chotts en Afrique du Nord à l'échelle 1/1000.000

[04]

Chapitre II : Généralités

sur le sel

Chapitre II : Généralités sur le sel

II.1.Définition du sel

Le sel est un minéral très abondant et présent naturellement. Sous forme cristalline : Sel de la mer et sel minier, qui n'est rien d'autre que du sel fossilisé.

Le sel est un terme général souvent synonyme de chlorure de sodium .Cependant, selon sa localisation et son mode de production, le sel contient entre 94 et 99 % de chlorure de sodium ainsi que d'autres sels mineurs (sels de magnésium, de potassium et de calcium).

Les sels contiennent en moyenne 30 g/L des types suivants :

- Chlorure de Sodium : 28,5g/l
- Chlorure de Magnésium : 3,7g/l
- Sulfate de Magnésium : 2,2g/l
- Chlorure de Potassium : 0,7g/l
- Carbonate de Calcium : 1,4g/l
- Bromure de Potassium : 0,1g/l

Le chlorure de sodium (NaCl) est formé de deux ions: le chlorure (Cl^-) et le sodium (Na^+),dans la proportion 60%-40% environ.

C'est celui qui est principalement récolté et dont je par le rai tout au long de ce mémoire sous le terme vulgarisé de «sel» [7].

II.2.l'historique du sel

Le sel est connu depuis la préhistoire pour ses propriétés de conservation des aliments. Il était également utilisé dans les rituels chez les Grecs et les Romains.

C'est un important moyen d'échange dans les voyages commerciaux sur les

mers, méditerranée [1].

En France, le sel est exploité dans les marais salants des côtes méditerranéennes et atlantiques, peut-être dès la préhistoire, avec l'aide des salines en Gaule puis des salines gallo-romaines sur les rives de la Gaule au nord (cela pourrait être une origine) (nom salpêtre) car il était transporté sous forme de pains de sel jusqu'à Rome via les voies romaines.

Les Romains perfectionnèrent l'exploitation des marais salants dès le IV^e siècle avant JC grâce à Marcus Angus, une technique qu'ils utilisèrent dans tout le bassin méditerranéen.

Au Moyen Âge, le sel était une référence car en 1343, il devint un monopole d'État sous Philippe VI de Valois qui imposa une taxe sur le sel, la Gabel, qui resta en vigueur jusqu'à la Révolution française.

Au cours du Haut Moyen Âge (du V^e au X^e siècles), la structure des marais salants atlantiques, avec canaux et œillets ou séries de bassins, se met en place concrètement, telle qu'elle est actuellement mise en œuvre.

C'est le cas du Salin de Giraud sur la côte méditerranéenne, qui prend toute son ampleur lors de la création de l'usine salinière de Mr Mlierle en 1856 [7].



Figure 2: marais salin de Guérande

II.3. Composition chimique

Le sel de cuisine est du chlorure de sodium, c'est une substance composée de 40% de sodium et de 60% de chlore. En solution aqueuse, ces deux éléments évoluent librement sous forme des ions (particules chargées). A l'état solide, ils constituent un cristallin de couleur blanc.

1 gramme de sel (NaCl) = 400 mg de sodium(Na)+600 mg de chlore(Cl)

Le composé naturel peut contenir des traces de chlorure de magnésium ($MgCl_2$), de sulfate de magnésium ($MgSO_4$), de sulfate de calcium ($CaSO_4$), chlorure de potassium (KCl) et de bromure de magnésium ($MgBr_2$), en quantités variables selon son origine.

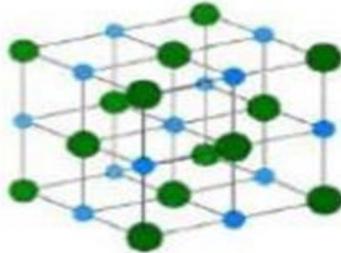


Figure 3: Structure d'un cristal de chlorure de sodium (Encarta, 2009)

Légende : Bleu = Na^+ , vert = Cl^-

La structure du sel peut être décrite par le contenu de sa maille. Une maille de sel est un cube qui contient :

- Un atome de chlorure aux sommets de la maille (8 sommets chacun partagé parmi 8 mailles voisines).
- Trois atomes de chlore au centre des faces de la maille (6 faces chacune partagée entre 2 mailles voisines).
- Un atome de sodium au centre de la maille.
- Trois atomes de sodium sur le milieu des arêtes de la maille (12 arêtes chacune partagée parmi 4 mailles voisines).
- Dans la structure du sel, les ions Na^+ Cl^- sont interchangeables.

Il est aussi possible de dire que les cations Na^+ forment un sous réseau cubique à face centrée dans lequel les anions Cl^- occupent tous les sites octaédriques de la maille.

Les ions chlorures ayant gagné un électron (d'où leur charge négative) sont plus volumineux que les ions sodium qui ont cédé un électron (d'où leur charge positive).

La cohésion de cette structure cubique est assurée par les forces de attraction électrostatique (ou liaisons ioniques) entre les deux espèces chargées.

caractéristiques physico-chimiques du sel:

Le chlorure de sodium est un solide blanc soluble dans l'eau à toute température, légèrement soluble dans l'alcool et insoluble dans l'acide chlorhydrique concentré.

Dans sa forme cristalline, le composé est transparent et incolore, brillant comme des cristaux de glace. Il fond à 804°C et se vaporise à des températures supérieures. Il est incolore dans sa forme cristallisée, mais la présence d'impuretés lui donne parfois une couleur rougeâtre.

tableaux 1: Caractéristiques du cristal de sel

Nom minéralogique	Halite
Cristallisation	Cubique
Taille	5, 64Å de côté
Distance inter-atomique	2, 82
Indice de réfraction	1, 544
Masse moléculaire	58, 45
Densité du liquide à 801°C	1, 549
Densité du cristal de sel	2, 165
Dureté (indice MOHS)	2 à 2, 5
Chaleur spécifique	0, 22Kcal/Kg/$^\circ\text{C}$
Solubilité dans l'eau froide (0°C)	357g/1000gd'eau
Solubilité dans l'eau chaude (100°C)	391g/1000gd'eau
Point de fusion	801°C

Point d'ébullition du sel fondu	1 449°C
Point d'ébullition de la saumure saturée	108, 8°C
Chaleur latente de dissolution(à saturation)	7,8Kcal/Kg
Chaleur latente de fusion	97Kcal/Kg

II.4.Origines de sel

Il existe plusieurs façons de récupérer le chlorure de sodium selon les origines suivantes :

- **sel de mer**

Il est également obtenu par évaporation de l'eau de mer, habituellement en marais salants ou salines, ce sont un ensemble de bassins de faible profondeur, appelés aussi carreaux, dans les quels est récolté le sel, sous l'action combinée du soleil et du vent, du sel ainsi obtenu s'est autrefois appelé le sel de compartiment, et s'appelle maintenant souvent sel de mer.

- **sel des chotts**

C'est un dépôt de minerai contenant une grosse concentration de sel comestible. Ces gisements de sel ont été constitués par l'évaporation des lacs de sel durant la préhistoire ces dépôts peuvent être extraits par injection d'eau. L'eau injectée dissout le sel qui est de plus en plus concentré. Lorsque la saumure (l'eau salé) atteint le degré de saturation, cette dernière est transvasée vers les marais salants où le sel sédimente et peut être récolté par raclage.



Figure 4: Chott merouane

- **Sel des mines (sel gemme)**

Le sel gemme est extrait des mines de sel, sous forme des massifs à la nature. Après que le sel brut été remonté des mines par explosion, il est raffiné pour l'épurer.

La purification comporte habituellement une phase de cristallisation.

Durant cette phase, une solution de saumure est traitée avec des produits chimiques qui précipitent les impuretés sous forme de boues (en grande partie des sels de magnésium et de calcium et de la silice). Des étapes multiples d'évaporation sont alors employées pour récupérer les cristaux purs de chlorure de sodium, qui sont séchés au four ou en autoclave.

II.5.les différentes formes de sel

Il existe plusieurs formes de sel:

- Sel naturel
- Sel raffiné
- Sel de table

a) Sel naturel

Le sel naturel contient les minéraux naturels ainsi que les oligo-éléments.

Ils ont donc des propriétés gustatives et un aspect différent suivant la quantité des minéraux qu'ils contiennent.

Ainsi, le sel de mer récolté à la main a une saveur unique qui change d'une région à une autre.

Le sel de marais salants ou le sel gemme non raffinés rentrent dans cette catégorie. Cependant, les sels naturels peuvent ne pas contenir suffisamment d'iode pour empêcher les maladies dues à l'insuffisance d'iode comme le goitre.

b) sel raffiné

Le sel raffiné est le plus employé dans l'alimentation, mais la majorité est vendue pour l'usage industriel, il a une grande valeur marchandé.

Le raffinage permet d'obtenir un sel de couleur blanche préférée par le consommateur, composé de Na Cl pratiquement pur (99,9%).Ceci au détriment de ses qualités alimentaires.

Aujourd'hui, la majeure partie du sel raffiné est préparé à partir du sel gemme extrait des mines de sel. Les agents antiagglomérants et de l'iode sont généralement ajoutés au moment de la phase de séchage dans le cas de sel alimentaire.

a) Sel de table

Le sel de table contient 98% ou plus du chlorure de sodium (selon la réglementation algérienne) il est presque pur.

Il est principalement utilisé en cuisine comme condiment, le sel iodé de table a permis de réduire les insuffisances d'iode dans les pays où il est employé. L'iode est important pour empêcher la production insuffisante des hormones thyroïdienne (Hypothyroïdisme), qui peut causer des graves complications [1].

II .6.Utilisation**Domaine alimentaire**

Le sel, bien que considéré plutôt comme un ingrédient alimentaire que comme un additif, est sans doute le premier ou l'un des premiers conservateurs chimiques qui ait été utilisé en alimentation [5].

Domain industriel :

Le sel est la matière de base de la grande industrie chimique pour la production du chlore du sodium et de leurs dérivés : l'acide chlorhydrique, le chloroforme, le tétrachlorure de carbone et les produits de blanchiment, le carbonate de sodium, le sulfate de sodium, le bicarbonate de soude et l'hydroxyde de sodium [4].

Par ailleurs, le sel a la propriété d'abaisser le point de congélation de l'eau dans lequel il est dissous. La nécessité d'assurer la viabilité hivernale en assurant le déneigement et le déglacage des voies.

Les propriétés du sel, telles que son hygroscopicité, la densité de ses solution, la force ionique des saumure, leur bas point de congélation, transparence au rayonnement infrarouge, en font un agent technologique très important dans les domaines industriels les plus variés. On en: Adoucissement des eaux « sel régénérant ».

- Adoucissement des eaux « sel régénérant ».

- Traitement des eaux.
- Cémentation et trempe des métaux
- Affinage de l'aluminium.
- Galvanoplastie.
- Fabrication des savons et détergents.
- Fabrication des teintures.
- La séparation de l'huile essentielle lors de son extraction.
- Textiles.
- Papèterie.
- Industrie pétrolière.
- Tannerie (traitement des cuirs et peaux). Forage des puits.
- Electrolyse.
- Pétrochimie (plastique et peinturer), et bien d'autres usages industriels

Chapitre III : Méthodes et Matériel

Chapitre III : Méthodes et Matériel

III.1.Pompage:

La saumure est pompée du lac salé par pompage d'une moto, lorsque la densité de la saumure atteint une concentration de 22° Baume.

Cette opération est réalisée avec de l'eau contenant 26% à 30% de sel et à l'aide de moyens mécaniques.

La saumure doit être acheminée vers les tables salantes ou cristallisations où elle subit une évaporation partielle de l'eau et la décantation du sel au fond des tables. Lorsque l'épaisseur du sel décanté atteint 15 à 20 cm, on déclenche l'opération de récolte après évacuation des eaux mères lorsque la saumure arrive à une densité de 29° de Baumé.

La saumure est envoyée à la table salante ou à l'installation de cristallisation, où la saumure s'évapore partiellement et le sel est décanté au bas de la table. Lorsque le sel décanté a une épaisseur de 15 à 20 cm et que la saumure a atteint une densité de 29 Baume, la liqueur mère est drainée et l'opération de récolte commence.



Figure 5: Station de pompage

III.2.la cristallisation du sel:

L'eau salée dans la phase de cristallisation est évaporée par le soleil et le vent, ce qui donne du sel à l'état brut.

Le service de surveillance de l'unité surveille périodiquement l'évolution du taux de sels dans les cristallisations.

A ce stade la pureté du sel est contrôlée.



Figure 6: cristaux de sel (type halite)

III.3.Extraction:

Pour collecter le sel, le sel cristallisé dans les ruisseaux est extrait par des moyens mécaniques (récolteuse) et transporté jusqu'à la station de lavage.

Le sel est récolté une fois la cristallisation du sel (chlorure de sodium) terminée et la saumure saturée de sel nocif, avec des bulldozers de récolte dévoué qui collection le sel.

III.4.lavage et stockage du sel :

Le sel récolté pour la première fois subit un lavage dit « de base » pour réduire les impuretés et obtenir un sel répondant aux spécifications techniques préexistantes, et des contrôles physiques et chimiques permettant de garantir un taux de chlorure de sodium de 96 %.

A ce stade, des contrôles sont effectués périodiquement (deux fois par mois) pour garantir la stabilité du produit stocké.



Figure7 : Station de lavage (bac de mélange)



Figure8 : camelle de sel sous forme d'haricot (forme de stockage du sel)



Figure9 : Gerbage du sel lavé, stocké en camell (pour séchage naturel)

III.5. Séchage et Broyage:

Cette étape particulière est nécessaire pour satisfaire les besoins du marché dans le secteur du sel, en fonction des dimensions des grains.

Passant à travers une vis sans fin, le sel broyer est déversé dans sécheur/ refroidisseur dans le but est d'amener son humidité de 3-4% vers environ 0.20%. Ce dernier doté d'un dépoussiéreur (aspire le sel en poudre) et deux ventilateurs soufflants l'un d'air chaud qui sert le sel a une température de 200°C (l'air est chauffé dans une chambre de combustion) et l'autre d'air froid pour le refroidir. [4]

III.6. Iodation du sel :

L'iode est ajouté au sel sous forme d'iodate de potassium après raffinage et séchage et avant emballage. Souvent, l'iodation peut être liée aux lignes de production et raffinage existantes. Il suffit d'ajouter une solution d'iodate de potassium au sel (méthode humide) ou de poudre sèche d'iodate de potassium (méthode à sec). Dans le premier cas, l'iodate est d'abord dissous dans de l'eau pour obtenir une solution concentrée. Cette solution est appliquée au sel A un rythme uniforme soit par égouttement, soit par aspersion. Dans la méthode à sec, l'iodate est d'abord mélange avec une charge (carbonate de calcium et/ou

sel sec) et la poudre est en suite aspergée sur le sel sec. Dans les deux cas, il importe absolument de bien malaxer après adjonction de l'iodate pour s'assurer d'une répartition convenable. Si le malaxage est insuffisant, certains lots contiendront trop d'iode et d'autres pas assez [6].

L'iodation du sel se fait respect de la norme NA 6351 du 20/08/1990. Homologué par l'arrêté ministériel du 30/01/1990 rendant obligatoire la vente de sel iodé.

La norme algérienne fixe la teneur du sel entre 30ppm (partie par million) et 50ppm (entre 50,55mg/kg de sel à 84,25mg/kg d'iodate de potassium).

III.7. Conditionnement:

Il s'agit de la dernière étape où le sel lavé, séché, broyé et iodé est collecté dans des sacs pour être consommé.



Figure 10: Exemple de sel conditionné

Le sel iodé est conditionné dans des sacs d'un kilogramme de film alimentaire.

Le processus d'emballage est réalisé à l'aide de machines d'emballage avancées que l'entreprise a récemment acquises.

Le procédé de fabrication permet de protéger le produit des risques de contamination.

Les emballages destinés au conditionnement du sel de table sont inspectés à réception et un certificat de conformité est demandé au fournisseur.

Le sel de table emballé est soumis à un contrôle physique et chimique avant d'être mis sur le marché.

tableaux 2: compositions de sel iodé

composant	pourcentage
H₂O à l'emballage	0,6% maximum
Mg	0,02% maximum
Ca	0,95% maximum
NaCl	98% minimum
Additifs Iodate de potassium KIO₃	50-84PPM

Chapitre IV:

Analyse et résultats

Chapitre IV : Analyses et résultats**IV.1.Méthodes d'analyse de la granulométrie:**

- 1- Deviser l'échantillon pour obtenir 250g (sel raffiné) et 500g (sel traité).
- 2- Nous mettons les tamis en ordre convenable et placer l'échantillon sur la partie supérieure de l'unité.
- 3- Placer l'ensemble des tamis sur le vibreur et régler la minuterie pour 15min.
- 4- Quand la minuterie s'arrête, en lever les tamis et poser leur contenu, noter chacun des poids obtenue.
- 5- Calculer comme suit.

(Poids des tamis individuel /poids de l'échantillon) x100=%d'échantillon.

Additionner le % de chacun des tamis pour donner (% cumulatif).

- La perte de masse à 110°C (Humidité): Selon la norme Algérienne NA7035

Principe: dessiccation à l'étuve à température de (105-110°C), jusqu'à masse constante.

Mode opératoire :

Par séchage d'une prise d'essais à 1mg près, environ 10g de sel humide(P.E) dans une capsule taré à vide P0, pendant deux heures à (105-110°C), après refroidissement, pesez la capsule jusqu'à un poids constant P2.

Expression des résultats :

P1 : P0 +10g (sel avant séchage)

P2 : P0 + P (poids de sel séché)

$(P1 - P2) = P0 + 10 - (P0 + P)$

$(P1 - P2) = 10 - p = \Delta P$ (perte de H₂O).

Donc : % H₂O = $\Delta P \times 10/PE$

1.2.Détermination des Matières Insolubles Dans l'eau % insolubles:

Selon la norme algérienne NA7036.

Principe: mise en solution d'une prise d'essai dans l'eau, filtration séchage et poids de l'insoluble mise en volume du filtrat, afin de constituer la solution principale pour l'exécution des dosages. (Solution A)

Mode opératoire:

Dissoudre une prise d'essais à 0,01g près, environ 100g de sel dans environ 400ml d'eau distillée, filtrer à travers un papier filtre rapide préalablement poids (P0), plissé dans un entonnoir, le filtrat est récupéré dans une fiole jaugée de 1000ml, laver les insolubles, porter l'entonnoir à l'étuve préalablement réglée à une température de (105-110°C) pendant 01heure faire le refroidir dans le dessiccateur et peser le filtre avec les insolubles : compléter le volume dans la fiole avec l'eau distillée jusqu'à trait de jauge et homogénéiser. (Solution A)

Expression des résultats :

%insolubles= $(P-P0) \times 100/P.E$

1.3Conditionnement du sel iodé

a) Qualité de l'emballage:

- Le produit brut doit être emballé dans des sacs en polypropylène (pp) ou en polyéthylène à forte densité possédant un revêtement intérieur en polyéthylène de faible densité(PEFD).
- Pour l'emballage en vrac ,le sel peut être emballé dans des sacs de 4,9,20,25,40, 50 ou 60kg.
- Pour le petit emballage, le sel peut être conditionnée dans des sachets de 250,300 ou 500g; de 1 ou 2kg. En polyéthylène de

moyenne et de faible densité.

b) Condition d'emballage:

L'emballage utilisé pour le sel alimentaire doit :

- Protéger les propriétés organoleptiques et autres caractères qualitatifs du produit.
- Protéger le produit contre toute contamination microbologique.
- Protéger le produit dans la mesure du possible , contre la déshydratation de chaleur par rayonnement , le cas échéant et les fuites.
- Ne pas communiquer au produit une odeur, couleur ou autre caractéristique étrangère tout au long des opérations de traitement et de distribution, jusqu'au moment de la vente finale.

1.4.Étiquetage:

Le conditionnement du sel iodé doit être caractérisé par un étiquetage avec les indications suivantes :

Sel iodé

1. Nom du fabricant:_____
2. Mois/ Année de fabrication: Lot n°_____
3. Agent iodant : iodate/iodure de potassium
4. Teneur en iode: _____mg/kg
5. Date d'expiration: (12 mois à partir de la date de fabrication)
6. Poids net: _____ kg
7. Prix: _____/sacs

Fiche technique : Etiquette pour les paquets/sacs de sel iodé

Avertissement: Conserver dans un lieu frais et sec

IV.2. analyses chimiques**2.1. Détermination des matières insolubles:**

Filtrer volume d'aliquote de 100ml avec un filtre rapide préalablement pesé(P1), rincer le avec l'eau distillée chaude le sécher dans une étuve à 110°C pendant 2 heures, refroidir et peser(P2).

Calcul :Matières insolubles(g/l)=(P2-P1)*1000/V (aliquote)

2.2. Détermination des sulfates:

Par analyse gravimétrie, précipitation les ions de sulfate SO_4 comme sulfate de baryum $BaSO_4$ dans un bécher de 500 mis par addition de 20 ml de $BaCl_2$ solution à 10% sur un volume d'aliquote de 50 ml dans un milieu acide. Ajout 2 gouttes de l'indicateur méthyle orange la couleur est suivie par l'addition de quelques gouttes de solution acide HCl (1 :1) (changement de couleur jaune en rose), ajouter ensuite 2ml d'acide HCl (1:1), faire bouillir pendant 2 minutes, laisser refroidir durant 24heures.

Filtrer avec un filtre lent, rincer avec l'eau chaude plusieurs fois, transférer le filtre dans un creuset probablement calcinée et pesé à vide (P_i), calciner le creuset à 850°C dans un four à moufle pendant 45 minutes, refroidir dans un dessiccateur pendant 30 minutes, peser (P2).

2.3. Détermination des chlorures totaux:

Par analyse argentometrie , dosage par 0,1N solution de $AgNO_3$, en utilisant l'indicateur chromate de potassium K_2CrO_4 .

Dans une fiole jaugée de 500ml, faire diluer 2ml .De la saumure avec l'eau distillée.

Pipeter 20ml d'aliquote dans un erlenmeyer conique de 250ml.

Ajouter 3-5 gouttes de l'indicateur chromate de potassium K_2CrO_4 , titrer avec 0,1N solution d' $AgNO_3$ jusqu'à premier changement de couleur jaune au rouge.

Calcul : Cl -total (g/l) = $(V(AgNO_3) \cdot N_{AgNO_3} \cdot Eq.g \text{ Cl}^- \cdot n) / V$ (aliquot).

2.4. Détermination des ions Ca^{2+} et Mg^{2+} :

Par l'analyse volumétrique, utilisant l'indicateur calcine pour Ca^{2+} et l'eriochrome noir (E.N.T) pour Mg^{2+} , dans un milieu basique.

– Détermination des ions Ca^{2+} :

Pipeter 20 ml d'aliquote dans un erlenmeyer conique de 250 ml, en ajout 20 ml de KOH à 10% de solution et une pence de l'indicateur calcin. Titrer avec 0,05N solution de l'EDTA, jusqu'à changement de couleur fluorescence au rose, noter le volume V1.

Calcul: Ca^{2+} (g/l) = $\frac{(v_2 - v_1) EDTA \times N_{EDTA} \times eq \text{ g } Ca^{2+} \times n}{v(\text{aliquote})}$

– Détermination des ions Mg^{2+} :

Pipeter 20 ml d'aliquote dans un erlenmeyer conique de 250 ml, en ajout 20 ml de solution tampon pH 10 et une pence de l'indicateur E.N.T titrer avec 0,05N solution de l'EDTA jusqu'à changement de couleur violet au bleu, noter le volume V2.

Calcul: Mg^{2+} (g/l) = $\frac{(v_2 - v_1) EDTA \times N_{EDTA} \times eq \text{ g } Mg^{2+} \times n}{v(\text{aliquote})}$

2.5. Analyse de KIO_3

1. Objet et domaine d'application :

La présence de ce mode opératoire a pour objet la description du dosage de l'iodate de potassium (KIO_3) dans le sel alimentaire. Selon la norme algérienne NA6454.

Définition: L'iodation du sel alimentaire se fait par addition d'iodate de

potassium KIO_3 . La teneur en iode du sel iodé est déterminée par une méthode volumétrique : L'iodométrie.

Principe: par addition d'un acide et de (KI), (KIO_3) contenu dans le sel est réduit en iode moléculaire I_2 .

L'iode libéré est titré par une solution ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$). L'amidon est utilisé comme indicateur de fin de titrage.

2. Réactifs:

- Thiosulfate de sodium ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, $\text{PM}=248, 2$).
- Solution mère =0,1 M ou 0,1N.
- Solution du dosage =0,002 M ou 0,002N.
- Iodate de potassium (KIO_3 , $\text{PM}=214$)
- Solution étalon à 0,050g/l.
- Iodure de potassium(KI) à10%(P/V).
- Acide acétique glacial(CH_3COOH) on acide sulfurique (H_2SO_4) 2N
- Solution d'amidon à 0,25%(P/V).

IV .3.Etalonnage de la solution thiosulfate (0,002 ou N/500):

Dans une fiole contenant environ 80ml d'eau distillée ,introduire 5ml de solution étalon de KIO_3 (à 0,05g/l) .Ajouté 5ml d'acide acétique pur et 5ml de la solution de KI à 10%, boucher et laisser reposer 5 min à l'obscurité.

Titrer par la solution de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (0,002N) jusqu'à l'obtention d'une couleur jaune pale.

Ajouter 5ml de la solution amidon, on obtient une couleur bleu, continuer

à titrer par la solution de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (0,002N) jusqu'à la disparition de la couleur bleu.

Soit : V = volume de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ utilisé

N = Normalité de la solution $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$.

$N = 0,007N$

Mode opératoire:

- Peser $10 \pm 0,01$ g de sel testé
- Introduire le sel dans une fiole de 250ml.
- Le dissoudre dans 100ml d'eau distillé ; bouillie et refroidie.
- Ajouter 1 ml d'acide acétique glacial.
- Ajouter 1ml de KI à 10%, on obtient une coloration jaune, boucher et laisser reposer 5 min à l'obscurité.
- Titrer avec la solution de thiosulfate 0,002M jusqu'à la disparition de la couleur jaune pale.
- Ajouter alors 5ml de solution d'amidon , on obtient une coloration bleu; continuer à titrer avec la solution de thiosulfate jusqu'à la disparition de la couleur bleu , noter le volume(V_1) de thiosulfate déverse nécessaire au dosage.

Doser chaque échantillon à deux reprises.

Expression des résultats :

$$\text{kIO}_3 \text{ (ppm)} = \frac{(v_1 - v_2) \times n.eq \text{ mg (KIO}_3) \times 1000}{10g(\text{prise d'essai})}$$

$$= (v_1 - v_2) \times 7.1387$$

V_1 = volume de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ nécessaire au titrage de l'iode dans le sel

V₂=volume de N₂S₂O₃ nécessaire pour le témoin.

N= Normalité de la solution de NA₂S₂O₃ utilisée.

$$\text{Eq. mg(KIO}_3\text{)}=214/6=35,66$$

Conclusion

Conclusion

Grâce à cette étude, nous avons pu constater qu'il existe différents types de sel, dont le sel des Chotts résultant de l'évaporation de l'eau salée, et le sel gemme ou mines de sel produites par les gisements de sel souterrains.

Le sel est un produit essentiel pour l'homme en raison de son utilisation principale dans l'alimentation et de son rôle ancien dans la conservation des aliments.

La production de sel est dominée par la production de sel marin et une certaine exploitation de sel gemme, ce dernier étant principalement utilisé pour l'alimentation.

Le sel dans l'industries, chlorure de sodium, en état solide est la matière de base de la grandes industries chimiques pour la production de chlore, du sodium et de leurs

Par ailleurs, le sel est des très loin, le produit le plus utilisés, en l'hiver pour assurer le déneigement et le déglacage des voies, il est aussi employé dans le domaine industriel le plus varies qui vont de l'adoucissement des eaux au mélange réfrigérant, en passant par la métallurgie et conservation des cuirs et peau.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

[01]-Enasel ;2018-Entreprise National de sel.

[2]-Colin ,T.Thomas 2004 : chercheure à l'université paris XIIIVAL de MRNE projet tutoué sur le sel dans les industries alimentaires (DKAR Maroc,p155).

[03]: « Direction de la protection de la flore et de la faune ».

[04] : A.Lahcini , ; H. Ben seddik «le système écologique du chott Marouane caractérisation physicochimique des saumures des sels et état de l'environnements dans le chott», mémoire d'ingéniorat , université khasdi marbah Ouargla.Algérie.(2004)

[05] : « Ministère de l'énergie et des Mines ». Evolution des potentialités

[06] : -Encarta ;2009-Encyclopédie Microsoft Encarta,2009.

[07] : -Jaentet,2006

[08] : -PERNYE CARINE, LE METIER D'AYGADIER.SAUNIER.DE CAMARGUE .Analyse de poste- Risques octobre 2015,4p.

[09] : -Enasel ;2012-Entreprise National de sel

Résumé

Le sel est un nutriment essentiel pour le fonctionnement de l'organisme humain. Les objectifs de notre travail est l'étude de méthode de préparation de sel dans l'usine ENASEL à EL MEGHAIER où qui on le faire de notre stage pratique. Nous avons suivi le processus de fabrication du sel dans toutes ses étapes, de l'extraction à la cristallisation en passant par le lavage puis le séchage et le broyage et le dernier est la mise en conserve, tout en effectuant des analyses chimiques pour garantir les normes nécessaires ainsi que le pourcentage d'iode ajouté. Ainsi, nous arrivons à ce que le sel dont nous avons suivi la fabrication soit prêt et propre à la consommation.

المالح هو عنصر غذائي أساسي لعمل جسم الإنسان. أهداف عملنا هي دراسة طريقة تحضير الملح في مصنع إناسيل بالمغير حيث نقوم بالتدريب العملي. لقد قمنا بمتابعة عملية تصنيع الملح في كافة مراحلها، من الاستخلاص إلى التبلور مروراً بالغسيل ثم التجفيف والطحن وآخرها التعليب، مع إجراء التحاليل الكيميائية للتأكد من المعايير اللازمة ونسبة اليود المضافة. وبهذه الطريقة نتأكد من أن الملح الذي تابعنا إنتاجه جاهز وصالح للاستهلاك.

Salt is an essential nutrient for the functioning of the human body. The objective of our work is the study of salt preparation method in the ENASEL factory in EL MEGHAIER where we do our practical internship. We have followed the salt manufacturing process in all its stages, from extraction to crystallization through washing then drying and grinding and the last is canning, while carrying out chemical analyzes to guarantee the necessary standards as well as the percentage of iodine added. In this way, we ensure that the salt whose production we have followed is ready and suitable for consumption..