

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة عبد الحميد بن باديس – مستغانم

Université Abdelhamid ben Badis de Mostaganem



قسم الكيمياء

Département de chimie

Date de dépôt..... Sous le n° :...../2017

**Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du diplôme de Master
Spécialité : Analyses Spectrales en Chimie**

Thème

**Suivie du processus de fabrication du
sel dans l'entreprise ENASEL
Oued-Eldjema Relizane**

Présenter par : BERRABAH KHADIDJA.

Devant le jury composé de :

Président : Dr. TABTI CHAREF.

Examinatrice : Dr. BELAYACHI HANANE.

Encadreur : Mr. BENGUENDOZ ABDENOUR.

Sommaire

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION GÉNÉRALE	1
-----------------------------	---

Partie théorique

Chapitre I : présentation de la zone d'étude

I.1-Création d'ENASEL.....	2
I.2-L'activité d'ENASEL.....	2
I.3-Le potentiel d'ENASEL.....	2
I.4-Définition de salin de sidi Bouziane.....	3
I.5-Les principaux produits.....	3
I.6-Situation géographique.....	3
-fiche technique de l'unité SSB.....	4
I.7-Organigramme de l'ENASEL SSB.....	5

Chapitre II : Généralités sur le sel

II.1-Définition de sel.....	6
II.2-L'histoire de sel.....	6
II.3- Composition chimique de sel.....	7
II.4- Les caractéristiques physico-chimiques.....	9
II.5-Les origines de sel.....	10
-Le sel de mer.....	10
-Le sel des chotts.....	11
-Le sel des mines.....	11
II.6-Les différentes formes de sel.....	12
II.6.1-Sel naturel	12
II.6.2-Sel raffiné.....	12
II.6.3-Sel de table.....	12
II.7- L'utilisation.....	13

II.7.1-Domaine alimentaire.....	14
II.7.2-Domaine industriel.....	14
II.8-Alimentation où l'importance biologique.....	15
II.8.1-Chez l'homme.....	15
II.8.2-Chez l'animale.....	16
II.9- Le rôle de sel dans l'organisme.....	16
II.9.1-Le sodium.....	17
II.9.2-Le chlorure.....	17

Partie pratique

Chapitre III : Méthodes et Matériels

III.1-Procès de production.....	19
III.1.1-Le pompage.....	19
III.2-La cristallisation du sel.....	20
III.3-Extraction.....	21
III.4-Lavage primaire et stockage de sel.....	22
- Manières de stockage.....	22
a) Camelle à forme circulaire.....	22
b) Stockage rectilignes.....	24
c) Stockage minier.....	24
III.5-Séchage.....	24
III.6-Broyage.....	24
III.7-lavage secondaire.....	24
III.8-Iodation de sel.....	24
III.9-Conditionnement.....	25

Chapitre IV : Analyses et résultats

V.1-Les analyses physiques.....	27
V.1.1-Méthodes d'analyses de la granulométrie.....	27

-Mode opératoire.....	27
-Expression des résultats.....	27
V.1.2-Détermination des matières insolubles dans l'eau % insoluble.....	27
-Principe.....	27
-Mode opératoire.....	28
-Expression des résultats.....	28
V.1.3-Conditionnement de sel iodé.....	28
a) Qualité de l'emballage.....	28
b) Conditionnement de l'emballage.....	28
V.1.4-Etiquetage.....	28
V.2-Les analyses chimiques	29
V.2.1-Détermination des matières insolubles.....	29
V.2.2-détermination des sulfates.....	29
V.2.3-Détermination des chlorures totaux.....	30
V.2.4-Détermination des ions Ca^{2+} et Mg^{2+}	30
-Détermination des ions Ca^{2+}	30
-Détermination des ions Mg^{2+}	30
V.2.5-Détermination des ions de carbonate et bicarbonate.....	30
-Principe.....	30
-Mode opératoire.....	31
V.2.6-Analyse de KIO_3	31
1. Objet et domaine d'application.....	31
2. Réactif.....	31
3. Etalonnage de la solution thiosulfate (0.002N).....	32
- Mode opératoire.....	32
-Expression des résultats.....	33

Conclusion

REMERCIEMENTS

*En premier lieu je remercé mon **DIEU** le tout puissant, Le réacteur, qui j'ai la facilité le chemin, et j'ai a donné la persévérance pour réaliser ce modeste travail pour la deuxième fois louange à **DIEU**.*

*Je tenons à remercier énormément l'encadreur **Mr .benguendouz** de nous avoir aidés et orientés sur le bon chemin à la réalisation de cette recherche.*

*Je sincère remerciements le directeur de l'unité de **SSB** Nora qui n'a réservé aucun effort pour que ce travail Voie le jour.*

Je sincère reconnaissances et respectueuses grâtitudes.

*Je sincère remerciements au responsable de laboratoire **de SSB***

Je profonde grâtitudes aux membres du jury.

Je remercie tous ceux qui nous ont aidés de prés ou de loin pour mener à bien ce modeste de travail.

DEDICACE

Je dédie ce modeste de travail de fin d'études à mon père : Vous avez fait d'énormes Sacrifices pour vos enfants et vous n'avez jamais cessé de nous prodiguer des conseils pour le droit chemin.

A ma mère : Les mots me manquent pour vous qualifier, tout ce que j'aurais à dire ne saurait, exprimer à fond tout le sacrifice et l'endurance que vous avez du subir pour nous élever. Je vous demande pardon et vos bénédictions nuits et jours. Je ne saurais jamais vous remercier assez.

A Mon cher frère MENAOUR et surtout à la mémoire ABD EL KADER que j'aime beaucoup rahimaho lah.

A mes très chères soeurs KHAIRA ,FATIMA ,ZAHIA,ARBIA.

A les deux bouie de la maison : ABDE EL kADER YASER et MOHAMED

A mes chers Amis : hamouda, , hamida, hajira, rachida, samia.

A ma Binôme et compagnon de travail dans toutes mes études universitaires.

Pour tous ceux que j'ai peut être oubliés.

Résumé

Notre étude s'intéresse à la fabrication de sel L'ENASEL, et plus précisément la fabrication de sel alimentaire et industriel du SSB oued el-djemaa Relizane.

L'objectif de notre étude consiste en une meilleure compréhension des modes de fabrication artisanale de sel et de commercialisation ou de distribution de leurs produits, les stratégies conçues par celles-ci en matière de fabrication et de commercialisation de leurs produits, ainsi que les flux de fabrication adoptés par celles-ci. Pour les flux de fabrication, on parle des flux de produit, les flux de négociation, les flux de propriété, les flux informationnels et les flux promotionnels.

Nous considérons que notre étude est de type exploratoire, compte tenu du peu d'études réalisées dans le domaine et la nécessité de trouver des pistes intéressantes afin d'éclairer ce phénomène. Ainsi, la stratégie de recherche adoptée est l'étude de cas avec une approche inductive basée sur le cheminement de la découverte une approche qualitative afin de cerner le sujet étudié de tous les côtés.

Pour les stratégies de fabrication, l'ENASEL considère que le sel est un élément essentiel et majoritaire à la vie.

La fabrication de sel passe par déférant étape comme le pompage, la cristallisation du sel, l'extraction, lavage primaire et secondaire et les conditionnements de sel.

Quelle que soit son origine, s'il n'est pas raffiné, il contient plus ou moins de minéraux naturels qui dépendront de son lieu d'exploitation, ce qui explique des aspect et propriétés.

Dans ce mémoire nous avons expliqués la processus de fabrication de sel de l'ENASEL et les conditions des propriétés d'hygiène exigées en matière de production et de commercialisation des produits alimentaires.

Les mots clé : Sel , Na CL ,saumure, ENASEL, SSB

Introduction générale

Introduction Générale

La production mondiale de sel ne cesse de croître compte tenu de la croissance de la population mondiale et de l'expansion rapide de l'industrie chimique.

Le sel est principalement utilisé pour la fabrication des produits chlorés (chlore et soude caustique) et de soude de synthèse, pour la consommation alimentaire humaine et animale et pour le déneigement.

Selon les statistiques mondiales (Jean Claude HOCQUET) 1, avec 257 millions de tonnes produites en 2007, environ 300 millions de tonnes de sel seraient produites en 2012. En 2009, les principaux producteurs mondiaux de sel sont K+S et Morton: 29,8 millions de tonnes, la China National Salt: 18,7 millions, K+S, Allemagne (16,7 millions), Compasse Minerals (14,4 millions), Cargill (14 millions) et Morton Salt (Etats-Unis) (13,1 millions) (Planetoscope, 2012).

Le sel représente quasiment à lui seul une saveur : la saveur salée, qui est très appréciée par le consommateur.

Au moyen âge, le sel est devenu un produit de grande importance, puisqu'il permettrait par le salage, la conservation des aliments et en particulier du poisson. A travers les âges, l'aspect universel de sa consommation en a fait une pompe à finance idéal pour les pouvoirs en place.

L'arrêt du 28 mai 1997, relatif au sel de cuisine, prévoit que le sel de qualité alimentaire est un produit cristallin se composant principalement de chlorure de sodium (NaCl), provenant exclusivement de marais salants, de gisements souterrains de sel gemme ou de saumure provenant de dissolution de sel gemme. Il peut être iodé et fluoré. [2]

Présentation de la zone d'étude

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 Recherches Minières (SONAREM). Par le décret n°83-444 du 16/07/1983.

- Chiffre d'affaires : 160.000 000DA
- Siège social : zone industrielle le Rhumel-Constantine.
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 commercialiser le sel alimentaire et industriel et plusieurs types de sels chimiques. Avec une gamme de sous-produits.

I.3- le 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 El Méghaier (El Oued), 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 SSB :

Le salin de SIDI BOUZIANE*Oued EL Djemaa* : et une unité de production et commercialisation des selles ;(alimentaire et industriel).

Elle traite annuellement entre 35000 et 40000 Tonnes de sel récolte 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 pour un chiffre d'affaire globale de « 180 Millions de DA ».

Caractéristique générales de l'exploitation :

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

-principaux produits :

Sel alimentaire(1/1 cousine, 1/1 carre :1/50)

Sel industriel (4/25 bruts, poudre)

Intranets utilisées *locaux ou importes » :sel , iodé.

Situation géographique :

L'unité de Sidi Bouziane située à 13 Km à l'est de chef lieu de la wilaya de Relizane, cette unité elle est proche de zones urbaines et de l'axe principal liant le centre à l'ouest.

L'unité de SIDIBOUZIANE de part sa position géographique, elle a pour mission la commercialisation de sels alimentaire et des sels industriels dans la région ouest du pays et approvisionne, par des cession, le centre de distribution des sels du centre en sel alimentaire.

Fiche technique de l'unité :

Nom et prénom du promoteur : ENASEL, SALIN SIDI BOUZIANE.

Activité : production et commercialisation des sels.

Directeur : BELACEL TAHAR.

Adress : oued El Djmaa BP 69 RELIZANE.

Superficie total : 70000 m²

Superficie bâtie : 4700 m²

Capacité de production : 25000/an.

Effectifs : 80 personnes.

Alimentation en eau industrielle : un puits avec un débit de 60 m³/h+02 citernes d'eau de capacité totale de 30000L.

Alimentation en eau potable : 02 citernes d'eau de capacité totale de 30000L.

Alimentation en électricité : poste transformateur 630 Kva+ groupe électrogène.

Alimentation en gasoil : 04citèrne gasoil de capacité totale de 52000L.

ENASEL : Entreprise National des Sels et délimitée par :

Au nord : terre domaniale.

A l'ouest : terre agricole.

A l'est : route.

Au sud : auto route est ; ouest.

Tel : 046 90 91 16

FAX : 046 90 91 62

Organigramme de SSB :

Directeur de l'unité

II.1 : Définition du sel

Le sel est un minéral extrêmement abondant dans la nature il se présente naturellement sous forme des cristaux:

Le sel de mer et le sel minier, qui n'est autre que du sel fossilisé.

Le sel est un terme générique souvent synonyme de chlorure de sodium.

Cependant, selon son lieu et sa méthode de production, le sel contient entre 94 et 99% de chlorure de sodium mais aussi d'autres sels secondaires (sels de magnésium, de potassium ou de calcium).

Le sel de mer contient en moyenne 30g/l des sels divers:

-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 (Na Cl) 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 parlerai tout au long de ce mémoire sous le terme vulgarisé de «sel». [8]

II.2 : l'historique du sel

Le sel est connu depuis la préhistoire pour ses caractéristiques d'assaisonnement et de conservation des aliments, également utilisé dans les rites religieux des grecs, des romains, Des hébreux et des chrétiens.

C'est un important moyen d'échange dans les voyages commerciaux sur les mers, méditerranée, Egée et adriatique. Le sel était soumis à des taxes dans les pays d'Asie.

Sous forme de salignon, c'est une monnaie de l'ancienne Ethiopie et du Tibet ouest de la chine. [1]

En France, le sel a été exploité dans des marais salants sur le littoraux méditerranéen et atlantique, peut-être des la préhistoire , et à la l'aide de fours à sel dans les sauneries gauloises puis gallo-romaines des rivages de la Gaule du nord (ce pourrait être une des origines du nom des salins) d'où il était acheminé sous forme de pains de sel jusqu'à Rome par les voies romaines , ainsi qu'un jambon salé ou fumé, fort réputé chez les romains .

Les Romains, eux, maîtrisent le fonctionnement des marais salants depuis le IVème siècle avant JC grâce à Angus Marcus, technique qu'ils utilisent sur tout le pourtour méditerranéen.

Généralités sur le sel

A Rome, le sel est monopole d'état ; une partie des salaires de soldats est payée en sel, d'où le nom « salaire ».

Au Moyen âge, c'est le sel qui sert de référence puisqu'en 1343, il devient monopole d'Etat sous Philippe VI de Valois qui instituera une taxe sur le sel, la Gabelle qui restera en vigueur jusqu'à la Révolution française.

Napoléon 1er l'instaurera de nouveau et la taxe sur le sel perdurera jusqu'en 1946 (14), (17).

Au cours du Haut Moyen Âge (du V^{ème} au X^{ème} 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.

La production de sel prend son véritable essor au XIX^{ème} siècle eu égard à son rôle majeur dans l'industrie chimique.

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. [8]



figure01 : marais salin de Guérande

II.3- composition chimique:

D'un point de vue 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.

On a : **1 gramme de sel (Na Cl) = 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($CaSO_4$), de chlorure de potassium ($K Cl$) et de bromure de magnésium($MgBr_2$), en quantités variables selon son origine.

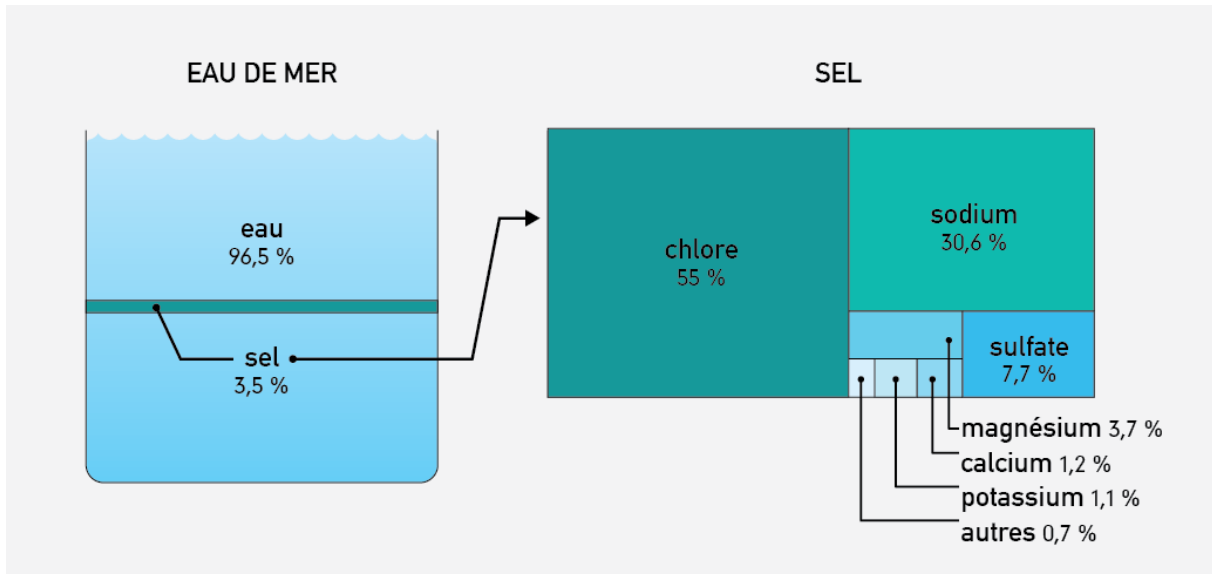


figure02 : composition chimique de sel

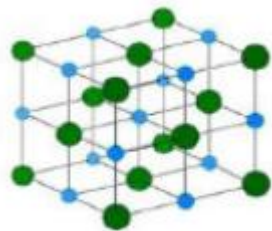


Figure03 : la structure d'un cristal de chlorure de sodium (Encarta, 2009)

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.

Généralités sur le sel

- 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 d'attraction électrostatique (ou liaisons ioniques) entre les deux espèces chargées. (**Mémoire impact de la salinité**)

II.4 -Les 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.



Figure04 :cristal de sel (Anonyme, b2012)

Généralités sur le sel

Tableau 02 : Caractéristiques du cristal de sel (Ex : sel Halite)

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/°C
Solubilité dans l'eau froide (0°C)	357g/1000g d'eau
Solubilité dans l'eau chaude (100°C)	391g/1000g d'eau
Point de fusion (*)	801°C
Point d'ébullition du sel fondu (*)	1449°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.5:Les origines de sel

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

- **Le 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 compatiment, et s'appelle maintenant souvent sel de mer.

A noter que les changements climatiques pourraient affecter certains producteurs de sel de mer en raison de l'augmentation de la nébulosité et de la pluviométrie dans certaines régions.



Figure05 : marais salin oued el-djema

- **Le 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 saumure (l'eau salée) atteint le degré de saturation, cette dernière est transvasée vers les marais salants où le sel sédimente et peut être récolté par raclage.

- **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 est 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. (**Mémoire impacte de la salinité**)

II.6-les différentes formes de sel

Il existe plusieurs formes de sel :

- Sel naturel
- Sel raffiné
- Sel de table

II.6.1 - 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. (**Mémoire impact de la salinité**)

II.6.2 : 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 du colleur 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. (**Anonyme, b2012**)

II.6. 3: Sel de table

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

Il est principalement utilisé en cuisine comme condiment, souvent associé au poivre. Le sel iodé de table a permis de réduire les insuffisances d'iode dans les pays où il est employé.

Généralités sur le sel

L'iode est important pour empêcher la production insuffisante des hormones thyroïdienne (Hypothyroïdisme), qui peut causer des graves complications. [1]

II.7-l'utilisation :

Il est évident que je ne m'intéresserai ici qu'à l'utilisation du sel dans la conservation des aliments.

Depuis la Préhistoire, les Hommes ont utilisé le sel pour assaisonner et surtout conserver des aliments. D'ailleurs, avec le séchage et le fumage pour les viandes et les poissons, le salage était le seul moyen utilisé jusqu'au XIX siècle pour conserver des aliments.

C'est ainsi que les Romains conservaient olives, radis et autres légumes dans la Saumure, ce qui a donné le mot salade, qui signifie mets salé. À titre anecdotique, les armées de César emportaient des chariots de salaisons afin d'éviter le pillage systématique pour se nourrir et diminuer ainsi la résistance des populations des pays conquis. Cela montre l'importance que le sel avait pour les Romains indépendamment de son utilisation pour éviter la renaissance de villes détruites comme Carthage. [9]

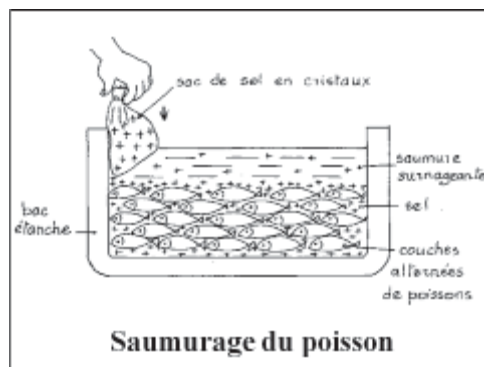


Figure06 : saumurage du poisson

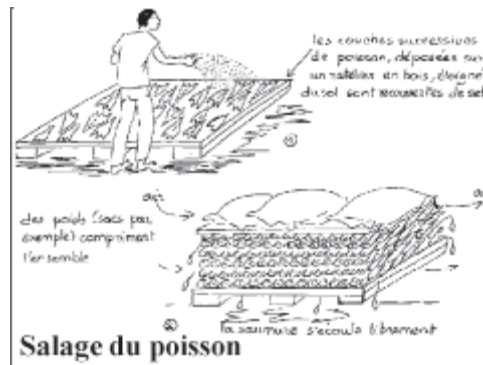


Figure07 : salage de poisson

II.7.1: 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]

II.7.2 : 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 cette fusion dite « eutectique ».

Les propriétés du sel, telles que son hygroscopicité, la densité de ses solutions, la force ionique des saumures, 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 ».

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.

II.8-Alimentation où l'importance biologique

II .8.1-chez l'homme :

Dans le corps humain, le sodium est essentiel au mouvement musculaire, y compris celui du cœur, au mouvement péristaltique des voies digestives, et 0 la transmission des messages par les cellules nerveuses, Lion du chlorure produit l'acide chlorhydrique nécessaire a la digestion et il est présent dans l'amylase salivaire. Lune des principales fonctions du sel est de réguler la pression osmotique et le mouvement des fluides à travers les membranes cellulaires. Pour une sante normale, la concentration du sel dans le corps ne peut varier que dans de très étroites limites. Le sel perdu doit être remplacé. Il est éliminé du corps essentiellement sous forme de sueur .Mais il est également éliminé à travers les urines, dont le débit est soigneusement gouverné par les reins de façon à maintenir les fluides corporels aux niveaux appropriés. La majeure partie du sel qui se trouve dans les sucs gastriques et dans la nourriture digérée est réabsorbée dans les intestins, mais une motilité accrue des selles et la diarrhée peuvent entrainer une diminution du sel dans le corps.

La privation chronique de sel entraîne la perte de poids et de l'appétit, l'inertie, la nausée et des crampes musculaires. La chaleur excessive - l'été dans le désert - produit un épuisement du sel corporel, ce qui peut déboucher sur un collapsus cardio-vasculaire et même entraîner la mort. Par ailleurs, l'excès de sodium dans le sel et autres aliments peut contribuer à l'Hypertension et aux maladies du cœur, du foie et des reins.

Bien que le sel soit sans doute la seule denrée alimentaire, mis à part l'eau, qui soit universellement consommée, les rations ingérées varient considérablement en

fonction de facteurs comme le climat, les habitudes culinaires et les activités professionnelles.

Les besoins en sel augmentent sous les tropiques, où les étés sont particulièrement chauds, et chez les travailleurs manuels qui font un travail ardu et qui transpirent beaucoup.

Les populations qui mangent beaucoup de riz dans le monde consomment également plus de sel (15 à 20 g/jour) du fait que le riz est très fade. Dans les zones tempérées, la consommation est beaucoup plus faible (5 à 8 g/jour). [7]

II.8.2-chez l'animale :

Les animaux ont autant besoin de sel que les êtres humains. Une insuffisance de sel retarde la croissance des jeunes animaux et produit, chez les bêtes adultes, lassitude, affaissement de la production de lait et perte de poids.

Etant donné que le fourrage et les végétaux contiennent peu de sel, les animaux domestiques doivent recevoir un supplément dans leur alimentation. Dans les fermes modernes, le sel offre également un véhicule pour les suppléments de vitamines et de minéraux qui sont essentiels à la bonne santé de bétail. [7]

II.9- le rôle de sel dans l'organisme

Le sel provient dans la réglementation de l'équilibre hydrominéral des liquides de l'organisme qui fait intervenir un équilibre entre les liquides extracellulaires (plasma et lymphe) riches en ions Na^+ , HCO_3^- , Cl^- et les liquides intracellulaires riches en ion K^+ , phosphate et protéines. [4]

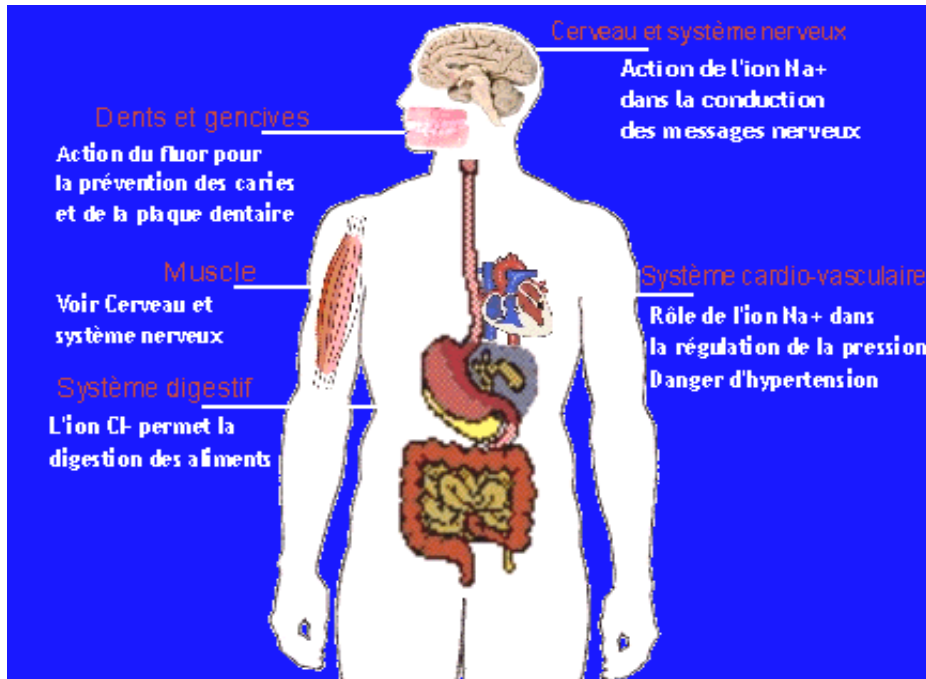


Figure 08 : Schéma récapitulatif de l'action du sel sur l'organisme

II.9.1-le sodium : le sodium est activement expulsé de la cellule dans le milieu extracellulaire où il est responsable de la pression osmotique en retenant une quantité isotonique d'eau. Le sodium, avec le potassium est responsable de la polarité membranaire entretenue par l'ATP ase Na^+ / K^+ dépendante.

Le gradient transmembranaire de sodium est responsable de cotransport de nombreuses substance telle que le glucose, les acides aminés où certains anions.

Un déficit volumique entraine une chute du débit sanguin rénal, stimule par voie orthosympathique le système rénine-angiotensine qui provoque la libération d'aldostérone agissant sur la réabsorption distale du rein. Par ailleurs, le débit de filtration glomérulaire diminue et provoque une réabsorption tubulaire proximale.

II.9.2-le chlorure :

Les chlorures sont surtout présentent dans les liquides extracellulaires, où ils accompagnent le sodium. La concentration en chlorure n'est contrôlée par aucune hormone, les chlorures suivent leur gradient électrochimique à suite du sodium.

leur gradient électrochimique à suite du sodium. [4]

Généralités sur le sel

D'autre part l'iode joue un grand rôle dans le corps humain :

L'iodation du sel : un problème de santé publique

L'iode est un oligoélément très important qui entre dans la composition des hormones produites par la glande thyroïde. La carence en iode est très grave chez la femme enceinte et allaitante. Elle entraîne un retard du développement psychomoteur chez l'enfant et amoindrit sa capacité d'apprendre. Le goitre et l'arriération mentale sont des manifestations extrêmes. Les groupes à risque se rencontrent notamment en milieu urbain, dans les banlieues défavorisées (y compris au bord de la mer).

Certains imaginent que, jouant sur une plage, leurs enfants respirent "bon air iodé" ou que le sel qui n'est pas lavé est "en iode". On sait pourtant que ceci est faux. Vers 1830, Boussingault, qui effectue un long séjour en Amérique du Sud, observe que les Indiens qui consomment du sel de mer présentent des signes de crétinisme alors que ceux qui utilisent celui des salines continentales, naturellement iodé, en

sont exempts.

Le Chili produit plus des 4/5 de l'iode utilisé dans le monde actuellement.

L'UNICEF recommande l'iodation



universelle du sel (alimentation animale et humaine). Dans de nombreux pays, le sel est iodé, sous l'impulsion et le contrôle des Pouvoirs Publics. Mis à part le sel, les aliments les plus riches en iode sont les fruits de mer, les poissons, l'ail, le soja et surtout certaines algues. Elles sont très communes dans l'alimentation des Japonais. Le lait des vaches nourries avec des algues peut être notablement iodé mais, plus

souvent, sa teneur élevée en iode tient aux produits désinfectants.

L'apport physiologique souhaitable est de 150 mg par jour et par personne. L'iode est introduit dans l'organisme par d'autres aliments que le sel et, dans certaines régions, par l'eau de boisson. "L'iode est promptement absorbé par le tractus gastro-intestinal puis par le torrent circulatoire". Les sites les plus importants pour sa concentration sont la thyroïde et les reins. L'extrême est le goitre. La concentration en iode, soit 10-15 ppm, a été fondée sur une "consommation" de 10 g/jour.

Divers travaux, dont ceux de James ont montré, que 60-70 % du sel était écarté avec l'eau de cuisson ou autrement. Il ne restait plus, dans ces conditions, que 2 g/jour correspondant au sel iodé, effectivement ingéré. Et l'apport en iode n'était plus que de 30 µg/jour.

III.1-procès de production

Le sel est donc produit à partir de l'eau salée appelée saumure.

Le processus de fabrication de sel passe par 6 phases, de la phase pompage jusqu'à la phase finale « produit fini à consommation » se reconnue comme suit :

- Pompage et extraction (la récolte).
- Lavage primaire (traitement primaire).
- Lavage secondaire (traitement secondaire).
- Séchage.
- Broyage et iodation.
- Conditionnement (mise en paquet).

III.1.1-le pompage :

Le pompage de la saumure s'effectue à partir d'un lac salé par des motos pompes, lorsque la densité de la saumure atteint une concentration de 22° de Baumé.

Cette opération se fait à partir d'une eau chargée de 26% à 30% du sel, à l'aide des 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.



Figure 09 : Station de pompage.

III.2-la cristallisation du sel :

La saumure pompée dans les tables de cristallisation subit une évaporation par l'effet du soleil et du vent pour obtenir du sel dans son état brut.

Le service du contrôle de l'unité suit périodiquement l'évolution du taux de sel dans le lac et dans les cristallisations.

A ce stade le contrôle permet d'assurer la pureté du sel.



Figure 10 : cristaux de sel (type halite).

III.3-Extraction :

C'est-à-dire le ramassage du sel, le sel cristallisé dans les tables est extrait par des moyens mécaniques (récolteur) et transporté à la station de lavage.

La récolte du sel est prononcée dès que la cristallisation du sel (chlorure de sodium) est terminée et la saumure est saturée de sel nuisibles.



Figure 11: le ramassage de sel.

III.4-lavage primaire et stockage du sel :

Le sel récolté subit un premier lavage dit « primaire » permettant de réduire les impuretés et d'obtenir un sel conforme aux spécifications techniques pré établies, Procède à des contrôles physico-chimiques qui permettent de s'assurer du taux de Na Cl à 96% après lavage. Le sel lavé est stocké sous forme d'une camelle.

A ce stade le contrôle se fait périodiquement (2 fois par mois) pour s'assurer la stabilité du produit stoker. Les manières de stockage varient d'un pays d'un autre.



Figure 12: Station de lavage.

- **Manières de stockage :** il ya 3 manières de stockage
 - a) Camelle à forme circulaire (Haricot) :

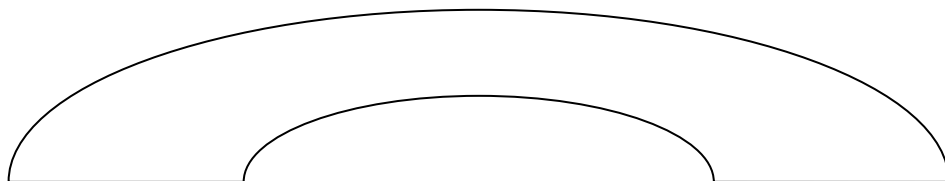


Figure 13 : camelle de sel sous forme d'haricot.



Figure 14: Camelle de sel.



Figure 15: Gerbeuse à pied fixe.

Avantages : gerbeuse à pied fixe.

Inconvénients : stockage limité

b) Stockage rectiligne : se fait de deux manières

- 1- Gerbeuse linéaire à retour (180°)
- 2- Gerbeuse à double ails.

Avantages : Stockage illimité

c) Stockage minier :

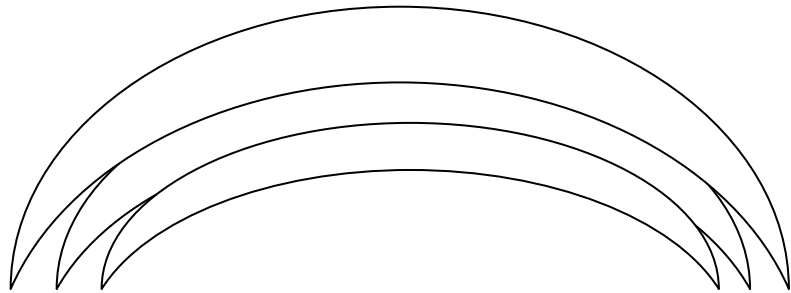


Figure 16 : Camelle de sel sous forme minier.

III.5- Séchage :

Le sel passe à travers un Turmel d'air chaud où il subit une évaporation de l'eau résiduelle.

III.6- Broyage :

Pour avoir un sel fin le sel passe par le broyage.

III.7-lavage secondaire :

Avant le passage du sel à la forme final « la mise en paquet », il est impératif de lui subir un second lavage et un essorage pour plus de propreté, ainsi l'enlèvement de toutes sortes de nuisance générée de l'opération de stockage à l'air libre.

III.8-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(ou) 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 A 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 à un rythme uniforme soit par égouttement, soit par aspersion. Dans la méthode à sec, l'iodate est d'abord mélangé avec une charge (carbonate de calcium et/ou sel sec) et la poudre est ensuite aspergée sur le sel sec. Dans

Méthodes et Matérielles

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. [7]

L'iodation du sel se fait dans 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.9- Conditionnement :

C'est la phase finale où il converge le sel lavé, séché, broyé et iodé dans des sachets pour être destiné à la consommation.



Figure 17 : Exemple de sel conditionné.

Méthodes et Matérielles

Le sel iodé est conditionné dans des sachets d'un kg de film alimentaire.

Le conditionnement est réalisé par des machines conditionneuses sophistiquée récemment acquises par l'entreprise.

Le processus de fabrication permet de prémunir le produit contre les risques de contamination.

Les emballages destinés au conditionnement du sel alimentaire sont contrôlés à la réception et un certificat de conformité est exigé du fournisseur.

Le sel alimentaire conditionné subit un contrôle physico-chimique avant sa libération pour sa commercialisation.

❖ Bilan quantitatif et qualitatif d'entrées :

Sels : quantité des matières premières : **35000 t/an.**

❖ Bilan qualitatif et quantitatif des sorties :

Produit fini prévue : sel alimentaire (1/1 coussin, 1/1 carpe, 1/50).

Sel industriel (4/25 brut, poudre).

❖ La capacité de production est de 25000 t/an.

Exemple : sel de cuisine iodé de 1kg (Shamsi)

Tableau 03 : les compositions de sel iodé d'oued el djemaa.

Matières insolubles	0,02% maximum
H2O à l'emballage	0,6% maximum
Mg	0,02% maximum
Ca	0,95% maximum
Na Cl	98% minimum
Additifs Iodate de potassium KIO ₃	50-84 PPM

IV.1- les analyses physiques

IV.1.1-Méthodes d'analyse de la granulométrie :

Mode opératoire :

- 1- Deviser l'échantillon pour obtenir 250 g (sel raffiné) et 500g (sel traité).
- 2- Assemble 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 15 min.
- 4- Quand la minuterie s'arrête, enlever les tamis et poser leur contenance, noter chacun des poids obtenue.
- 5- Calculer comme suit :

Total des poids de chacun des tamis.

Noter ce total comme (poids d'échantillon).

$(\text{Poids des tamis individuel} / \text{poids de l'échantillon}) \times 100 = \% \text{d'échantillon.}$

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 :

$P_i = P_0 + 10\text{g}$ (sel avant séchage).

$P_2 = P_0 + p$: poids de sel séché

$(P_i - P_2) = P_0 + 10 - (P_0 + p)$

$(P_i - P_2) = 10 - p = \Delta P$ (perte en H₂O), donc : $\% \text{H}_2\text{O} = \Delta P \times 100 / P.E$

IV.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 peser 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 peser (P0), plissé dans un entre noir, le filtrat est récupéré dans une fiole jaugée de 1000ml, laver les insolubles, porter l'entre noir 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 jaugé et homogénéiser. (Solution A)

Expression des résultats :

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

IV.1.3-Conditionnement 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 être :

- Protéger les propriétés organoleptiques et autres caractères qualitatifs du produit.
- Protéger le produit contre toute contamination microbiologique.
- 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.

IV.1.4-Etiquetage :

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

Analyses et résultats

SEL IODE

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- Les analyses chimiques

IV.2.1- Détermination des matières insolubles :

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

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

IV.2.2-Détermination des sulfates :

Par analyse gravimétrie, précipitation les ions de sulfate SO_4^{2-} 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 2solutés de l'indicateur méthyle orange la couleur est suivre par l'addition de quelque 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 24heurs.

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

IV.2.3-Détermination des chlorures totaux :

Par analyse argentometrie, dosage par 0,1N solution de AgNO_3 , utilisant l'indicateur chromate de potassium K_2CrO_3 .

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

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

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

Calcul: $\text{Cl}^- \text{ total (g/l)} = (V (\text{AgNO}_3) * N_{\text{AgNO}_3} * \text{Eq.g Cl}^- * n) / V (\text{aliquote})$.

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

Par l'analyse volumétrique, utilisant l'indicateur calcine pour Ca^{2+} et 1teriochrome noir (E.N.T) pour Mg^{2+} , dans un milieu basique.

– Détermination des ions Ca^{2+} :

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

Calcul: $\text{Ca}^{2+} (\text{g/l}) = \frac{V_{\text{EDTA}} * N_{\text{EDTA}} * \text{Eq.g Ca}^{2+} * n}{V(\text{aliquote})}$

– Déterminer des ions Mg^{2+} :

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

Calcule: $\text{Mg}^{2+} (\text{g/l}) = \frac{(V_2 - V_1) \text{EDTA} - N_{\text{EDTA}} - \text{Eq.g Mg}^{2+} * n}{V(\text{aliquote})}$

IV.2.5-Détermination des ions de carbonate et bicarbonate:

Principe : par l'analyse volumétrique dans un milieu acide (titrage Arrière) avec l'hydroxyde de sodium en présence de l'indicateur méthyle orange.

Mode opératoire :

Pipeter 100ml volume d'aliquote dans un bécher de 600ml, en ajout 50ml de 1N solution de HCl, faire bouillir pendant 10minutes, refroidir à 20°C ; le transfère quantitativement au ballon volumétrique du 500ml.

Faire la dilution avec l'eau distillée jusqu'à la marque puis agiter.

Filtrer peu plus de 100ml ; à travers P.F pliée et fin, négliges les première partie de filtrat. Dans une erlenmeyer conique de 250ml. Ajouter 3 gouttes de solution indicatrice M.O titré avec 1N solution hydroxyde de sodium jusqu'à changement de couleur du rouge au jaune, noter le volume V.

$$\text{Calcul: } \text{Na}_2\text{CO}_3 \text{ (g/l)} = \frac{(S_0 - S_v) * S_3}{V(\text{aliquote})}$$

IV.2.6-Analyse de KIO₃

1. Objet et domaine d'application :

La présence de ce mode opératoire a pour objet de la description du dosage de l'iodate de potassium (KIO₃) dans le sel alimentaire. Selon la norme algérienne NA6454.

Définition : l'iodation du sel se fait par addition de KIO₃, la teneur en iodé du sel iodé et détermine par une méthode volumétrique « l'iodomètre ».

Principe : par addition d'un acide et de (KI), (KIO₃) contenu dans le sel est réduit en iode moléculaire I₂.

L'iode libéré est titré par une solution (Na₂S₂O₃).

L'amidon est utilisé comme indicateur de fin de titrage.

2. Réactifs :

- Thiosulfate de sodium (Na₂S₂O₃, 5H₂O, PM=248, 2).
 - Solution mere =0,1M on 0,1N.
 - Solution du dosage =0,002M on 0,002N.
- Iodate de potassium (KIO₃, PM=214)
 - Solution étalon à 0,050g/l.

Analyses et résultats

- Iodure de potassium (KI) à 10%(P/V).
- Acide acétique glacial (CH₃COOH) ou acide sulfurique(H₂SO₄) 2N
- Solution d'amidon à 0,25%(P/V).

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 KIO₃ (à 0,05g/l), ajouté 5ml d'acide acétique pur et 5ml de la solution de KI à 10%, boucherait, laisser reposer 5 min à l'obscurité.

Titrer par la solution de Na₂S₂O₃ (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 Na₂S₂O₃ (0,002N) jusqu'à la disparition de la couleur bleu.

Soit : V=volume de Na₂S₂O₃ utilisé

N=Normalité de la solution Na₂S₂O₃.

N=0,007N

Mode opératoire :

- Peser 10+- 0,01g de sel testé
- Introduire le sel dans une fiole de 250ml.
- Le dissoudre dans 100ml d'eau distillé, bouillie et refroidie.
- Ajouter 1ml d'acide acétique glacial.
- Ajouter 1ml de KI à 10%, on obtient une coloration jaune, boucher et laisser reposer 5min 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(V₁) de thiosulfate déverse nécessaire au dosage.

Doser chaque échantillon à deux reprises.

Analyses et résultats

Expression des résultats :

$$\mathbf{KIO3 \text{ (ppm)} = \frac{(V1-V2)*N \text{ Eq.mg (KIO3)}*100}{10g(\text{prise d'essai})}}$$

V1= volume de Na₂S₂O₃ 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.

$$\mathbf{Eq.mg \text{ (KIO3)} = 214/6 = 35,66}$$

Conclusion

Conclusion

Au travers de cette étude, nous avons pu constater qu'il existe différents types de sel dont le sel ignigène (sel des chotts) produit à partir de l'évaporation d'une saumure qui est rencontré dans la coopérative et le sel gemme ou sel des mines produit par les gisements souterrains de sel .

Le sel c'est un produit indispensable pour l'homme en raison de son usage primordial dans l'alimentation et de son rôle millénaire dans la conservation des aliments. Le sel est un composé chimique présent dans la nature quasi inépuisable obtenu par des techniques d'extraction très diversifiées et à usages multiples, ainsi il peut se classifier en fonction de plusieurs facteurs notamment son effet sur l'organisme humain.

Le sel possède à la fois des effets bénéfiques et néfastes pour notre organisme, cela dépend de plusieurs facteurs surtout de la quantité absorbée et du type de sel consommé.

la production de sel au niveau de SSB elle est dominée par la production de sel marin et quelques exploitations de sel gemme et ignigène, ce dernier est surtout utilisé dans l'alimentation.

Au niveau mondial, les ressources en sel sont bien réparties et abondantes sauf pour le cas du Japon pour des raisons climatiques, le marché des exportations est dominé par les pays développés comme les Etats-Unis ; la Chine ; l'Australie ; l'Allemagne. La plus grande partie du sel produit est utilisée dans les industries chimiques.

En général selon la technique d'extraction, il se classifie en quatre types dont le sel marin, le sel de dissolution, le sel gemme et le sel ignigène. Chacun de ces sels possèdent des caractéristiques qui leurs sont propres et qui méritent d'être mis en valeur dont la plus reconnue est l'effet préventive sur la diminution de la pression artérielle pour le cas des sels riche en l'élément chlorure de sodium.

Liste des abréviations

SSB : Salin de Sidi Bouziane.

ENASEL : Entreprise Nationale de Sel.

Na Cl : Chlorure de Sodium.

C° : Degré Celsius.

B° : Degré de Baumé.

m/s : mètre par seconde.

g/l : gramme par litre.

Ppm : partie par million.

P.E : près d'essai.

mg : milligramme.

% : le pourcentage.

t/an : Tonne par ans.

Kg : kilogramme.

Mg/kg : milligramme par kilogramme.

Liste des figures

Figure 01 : Marais salin de Guérande.

Figure 02 : les compositions chimiques de sel.

Figure 03 : la structure d'un cristal de sel.

Figure 04 : cristal de sel.

Figure 05 : Marais salin oued-el djemaa.

Figure 06 : Saumurage du poisson.

Figure 07 : Salage de poisson.

Figure 08 : Schéma récapitulatif de l'action de sel sur l'organisme.

Figure 09 : Station de pompage.

Figure 10 : Cristaux de sel (type halite).

Figure 11 : Le ramassage de sel.

Figure 12 : Station de lavage.

Figure 13 : Camelle de sel.

Figure 14 : Camelle de sel sous forme d'Haricote.

Figure 15 : Camelle de sel sous forme minier.

Figure 16 : Gerbeuse à pied fixe.

Figure 17 : Exemple de sel conditionné.

Liste des tableaux

Tableaux 01 : Les composition de sel iodé d'oued El -djemaa.

Tableaux 02 : Les caractéristiques du cristal de sel.

Référence Bibliographique

- [1]–Anonyme; b2012–[http://fr.wikipedia.org/wiki/Sel alimentaire](http://fr.wikipedia.org/wiki/Sel_alimentaire).
- [2]–Colin ,T.Thomas 2004 : chercheure à l’université paris XIIVAL de MRNE projet tutoué sur le sel dans les industries alimentaires (DKAR Maroc,p155).
- [3]–Enasel ;2012–Entreprise National de sel.
- [4]–Encarta ;2009–Encyclopédie Microsoft Encarta,2009.
- [5]–Jaentet,2006–Science des aliments :Biochimie–Microbiologie–Procédés–produits,Vol1 : Stabilisation biologique et physico–chimique,Tech & Doc,paris, 383p.
- [6]–jean Claude Hocquet.Le sel et le pouvoir De l’animal à la révolution français, Albin Michel,2012 ,520p.
- [7]–M .G.Venkatech Mannar et Jhon T.Dunn : M. G. Venkatesh Mannar ; Directeur exécutif Initiative pour les micronutriments Ottawa, Canada.
- John T. Dunn :Professeur de médecine University of Virginia Health Sciences Center Charlottesville(Virginie)E .–U.(L’IODATION DE SEL POUR L’ELIMINATION DE LA CARENCE EN IODE) ; ARCHIVE MANNAR n°113717, ISBN 90–70785–1995,7p.
- [8]–PERNYE CARINE, LE METIER D’AYGADIER.SAUNIER.DE CAMARGUE .Analyse de poste– Risques octobre 2015,4p.

Biblio Net

Mémoire On ligne : impact de la salinité due au traitement des selles cas d'ENASEL EL Outaya Biskra.

-<http://www.passionprovence.org/archives/2015/02/0931447115>.

-provence7-mise à jour mars 2015 production du sel en provence .

<http://www.provence7.com/portails/économie/industrie-du-sel/>

DUMONT M., [2009]; Annuaire des minéraux du Canada (AMC) ; [en ligne] ; cité le 25/06/2014 sur www.nrcan-rncan.gc.ca/mms-smm/busi-indu/cmy-amc/com-fra.htm

RANDRIAMANANTENASOA X., [2010] ; Analyses physico-chimiques de différents types de sel dont le sel végétal « sirahazo » dans la plante *dipsis nodifera*, Mémoire de fin d'étude, Option chimie minérale, Facultés des sciences d'Antananarivo, Université

D'Antananarivo ; 78 pages ; [en ligne] ; cité le 10/08/2014 sur

<http://www.bu.univ->

[antananarivo.mg/pdfs/randriamanantenasoaXavierCHM210.pdf](http://www.bu.univ-antananarivo.mg/pdfs/randriamanantenasoaXavierCHM210.pdf)