

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE ABOU BEKR BELKAID – TLEMCEN



FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE
ET SCIENCES DE LA TERRE ET DE L'UNIVERS



DEPARTEMENT DE BIOLOGIE

MÉMOIRE

En vue de l'obtention du

DIPLOME DE MASTER EN BIOLOGIE

Spécialité : SCIENCES DES ALIMENTS



Thème

**Etude qualitative physico-chimique et bactériologique de
l'eau destinée à la transformation industrielle de maïs en
amidon « Maïserie de Maghnia »**

Présenté par :

M^{elle} NOUALI ZINEB

Soutenu le : 17-06-2014, devant le jury composé de :

Mon. LAZOUNI H. M.

M^{ELLE} GHANEMI F. Z.

Mon. TABET HELAL M. A.

Président

Examinatrice

Promoteur

ANNEE UNIVERSITERE 2013 - 2014

DEDICACE



Je dédie ce modeste travail à mes chers parents. Ma mère pour m'avoir mis au monde et pour m'avoir accompagnée tout le long de ma vie. Je lui dois une fière chandelle. Mon père qui sans lui je ne serais pas arrivée jusqu'ici.

J'espère toujours rester fidèle aux valeurs morales que vous m'avez apprises.

A tous mes sœurs, mes frères et toute ma famille.

A tous mes amies et mes collègues.

REMERCIEMENTS

Nous remercions DIEU tout puissant, maître des cieux et de terre, qui nous a permis de mener à bien ce travail.

Tout d'abord je tiens à adresser mes plus vifs remerciements à :

Monsieur **TABET HELAL M.A.**, enseignant chercheur au département des sciences de la terre et de l'univers de l'université de Tlemcen, a encadré ces travaux de recherches. Je le remercie d'avoir accepté mon projet et de m'avoir prodigué tous les conseils indispensables. Je le remercie aussi d'avoir suivi, guidé soutenu et fait confiance à mon travail.

Je tiens à remercier Monsieur **LAZOUNI H.A**, maître de conférences au département de biologie à l'université de Tlemcen d'avoir accepté d'expertiser et de présider le jury de ce mémoire.

Je remercie et j'exprime ma profonde gratitude au Mademoiselle **GHANEMI F.Z**, maître assistante au département de biologie des sciences d'agronomie et des forêts à l'université de Tlemcen d'avoir accepté d'examiner ce travail et faire partie de ce jury.

Je remercie Monsieur **ABES D.** chef service du laboratoire des analyses au niveau de l'usine de la Maïserie de Maghnia pour l'aide qu'il m'a apporté, en m'ouvrant les portes du laboratoire et en me faisant parvenir les protocoles expérimentaux.

Un grand merci à Madame Naïma, Melle S. Amina, Melle E. Amina, M. meriem, M. Kaoutar des ingénieures au laboratoire de l'usine pour sa disponibilité et sa gentillesse, et à l'équipe de la production de l'usine, Monsieur O.khir eddine, Achraoui, Maghfour, Bendahou et Monsieur Ziani, d'avoir guidé mes pas au niveau de la zone industrielle et de m'avoir facilité l'accès aux différents services.

Les remerciements ne seraient rien sans une mention particulière pour mes collègues de promo de CQA année 2007-2008 et pour mes amies de longues dates, G. Fatema, B. Meriem, A. Ilham, T. Soumia, M. Souad, D. Fatna, B. Aicha, M. Sarra, M. Nacera et les amies de master II sciences des aliments. Merci pour tous les moments qu'on a passé ensemble.

Nos remerciements vont enfin à toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à réalisation de ce travail.

RESUME

Les produits alimentaires destinés à la consommation humaine préparés avec de l'eau doivent respecter les normes de potabilités des eaux, ceci pour assurer la santé et le bien-être du consommateur.

Ce travail consiste à effectuer une étude qualitative et quantitative du point de vue organoleptique, physico-chimique et bactériologique de l'eau destinée à la transformation industrielle de maïs en amidon dans l'unité du Maïserie de Maghnia pour déterminer si l'eau respecte la réglementation.

Les résultats de nos mesures et analyses montrent que cette eau présente une dureté de 12°F, et une minéralisation moyenne de 640 mg/L, avec une teneur faible en Sulfates par rapport aux autres ions considérés comme le Calcium 24 mg/L, le Magnésium 16 mg/L et les Chlorures 250 mg/L.

Le suivi de la qualité bactériologique atteste l'absence des indicateurs de contamination fécale avec un taux en germes totaux nul.

On conclut que l'eau étudiée est de bonne qualité et apte pour la transformation industrielle de maïs, elle respecte la réglementation algérienne de potabilité des eaux en vigueur.

Mots clés : eau, industrie de maïs, eau en IAA, qualité, analyses physicochimiques, analyses bactériologiques, norme de potabilité

SUMMARY

The food products intended for human consumption prepared with water must meet the standards of potabilites of waters, this is to ensure the health and well-being of the consumer.

This work is to perform a qualitative and quantitative study of the point of view organoleptic, physico-chemical and bacteriological of the water intended for industrial processing of corn in to starch in the unity of the Misery of Maghnia to determine if the water complied with the regulations.

The results of our measurements and analyses indicate that this water has a hardness of 12 ° F, and a mineralization average of 640 mg/L, with a low content in Sulfates compared to other ions considered as Calcium 24 mg/L, Magnesium 16 mg/L and the chlorides 250 mg/L.

The follow-up of the bacteriological quality evidenced by the absence of indicators of fecal contamination with a rate in germs totals zero.

We concluded that the water studied is of good quality and suitable for the industrial processing of corn, it respects the algerian regulations of potability of waters in force.

Key words: water, industry of corn, water in IAA, quality, physicochemical analyses, bacteriological analyses, standard of potability

المخلص

إن هذا البحث يعرض دراسة نوعية و كمية من الناحية الفيزيوكيميائية و البكتريولوجية للماء المستعمل في الصناعة الغذائية للذرة بدلالة المعايير الوطنية المعمول بها لاستهلاك المياه من اجل صحة المستهلك.

و قد أظهرت نتائج القياسات لدينا أن هذا الماء فقير من الأملاح المعدنية خاصة الكبريت بالمقارنة مع الاملاح الاخرى الموجودة مثل الكالسيوم 24 ملغ/ل, المنغنيزيوم 16 ملغ/ل و الكلورور 250 ملغ/ل

أما النتائج البكتريولوجية فإنها تبين غياب كل مؤشرات التلوث.

نستنتج أن هذا الماء صالح للشرب و صالح للاستعمال في الصناعة الغذائية و هو ذو نوعية جيدة.

الكلمات المفتاحية:

المياه- صناعة الذرة- الماء في الصناعة الغذائية-التحاليل الفيزيو كيميائية-التحاليل الميكروبيولوجية-المعايير القياسية للشرب

SOMMAIRE

DEDICACE	
REMERCIEMENTS	
RESUME	
SUMMURY	
SOMMAIRE	
LISTE DES TABLEAUX	
LISTE DES FIGURES	
LISTE DES ABREVIATIONS	
INTRODUCTION.....	1

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE I : LE MAÏSE ET SES TRANSFORMATIONS INDUSTRIELLES

I- ORIGINE DU MAÏS:.....	3
II- CONSTITUTION DU GRAIN DE MAÏS :.....	3
II-1 Structure du grain de maïs:	3
II-2 Composition du grain de maïs:	4
III- LES DIFFERENTS TYPES DE MAÏS:.....	6
III-1 Le maïs à grain denté:.....	6
III-2 Le maïs à grain vitreux:	6
III-3 Le maïs farineux:.....	6
III-4 Le maïs perlé (éclaté):	6
III-5 Le maïs hi-lysine:.....	6
IV- PRODUCTION MONDIALE DU MAÏS:.....	6
V- UTILISATION DU MAÏS:.....	9
V-1 Alimentation humaine:	9
V-2 Alimentation animale:	9
V-3 Les Industries de maïs:	10

VI- TRANSFORMATION INDUSTRIELLE DU MAÏS :	10
VI-1 Amidonnerie de maïs:	10
VI-2 Les étapes d'extraction d'amidon:	11
VII- USAGE INDUSTRIEL DE L'AMIDON:	14
VII-1 Usages alimentaires:	14
VII-2 Usages non alimentaires:	16

CHAPITRE II : L'INDUSTRIE AGRO-ALIMENTAIRE

I- INTRODUCTION:	20
II- DEFINITION DE L'INDUSTRIE AGRO-ALIMENTAIRE:	20
III- HISTOIRE DE L'INDUSTRIE AGRO ALIMENTAIRE (IAA):	20
IV- CONSOMMATION DE L'EAU EN INDUSTRIE:	21
V- TYPE DE L'EAU EN INDUSTRIE:	22
V-1 L'eau industrielle:	23
V-2 L'eau de process:	23
V-3 L'eau potable:	23
V-4 L'eau ultra pure:	23
VI- CYCLE DE L'EAU DANS L'USINE:	24
VII- QUALITE DES EAUX EN INDUSTRIE AGRO ALIMENTAIRE:	25

CHAPITRE III : GENERALITES SUR L'EAU

I- INTRODUCTION:	27
II- LES PROPRIETES PHYSICO-CHIMIQUES DE L'EAU:	27
III- CYCLE DE L'EAU:	28
IV- LES EAUX D'APPROVISIONNEMENT:	29

IV-1 LES EAUX SOUTERRAINES:	29
IV-2 LES EAUX DE SURFACE:	30
V- LA POLLUTION:	30
VI- NORMES DE POTABILITE DES EAUX:	30
VI-1 Les facteurs organoleptiques:	31
VI-1-1 La couleur:	31
VI-1-2 odeur et saveur:	31
VI-1-3 La turbidité:	31
VI-2 Les facteurs physico-chimiques:	32
VI-2-1 La conductivité:	32
VI-2-2 Le pH :	32
VI-2-3 La température:	32
VI-2-4 Les résidus secs:	33
VI-2-5 La minéralisation globale:	33
VI-2-6 Matières organique dissoutes:	33
VI-2-7 Matières en suspension:	33
VI-2-8 Dureté totale:	34
VI-2-9 Alcalinité:	34
VI-2-10 Les sels minéraux dissouts:	34
VI-3 Les oligo-éléments et les minéraux toxiques:	37
VI-3-1 Le fer:	37
VI-3-2 Le plomb:	37
VI-3-3 Le cadmium:	38
VI-4- Etude bactériologique:	38
VI-4-1 Les germes totaux:	38
VI-4-2 Les coliformes:	38
VI-4-3 Les Streptocoques fécaux:	39
VI-4-4 Les Clostridium sulfito-réducteur:	39

IV-8 Le Conditionnement de l'amidon:.....	60
---	----

PARTIE EXPERIMENTALE

CHAPITRE V : METHODES D'ANALYSES

I- ANALYSE PHYSICO-CHIMIQUE:.....	62
II- ANALYSE BACTERIOLOGIQUE:.....	62
III- ECHANTIONNAGE:	62
IV- MODE DE PRELEVEMENT:	63
V- TRANSPORT:.....	63
VI- ANALYSES ORGANOLEPTIQUES:.....	63
VI-1 Test de l'odeur et la saveur:.....	63
VI-2 Test de la couleur :.....	64
VI-3 Mesure de la turbidite :	64
VII- ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES:.....	64
VII-1 Mesure de la température:	64
VII-2 Mesure du pH:.....	64
VII-3 Mesure de la conductivité:	65
VII-4 Dosage d'ion Calcium et ion Magnésium (TH):	65
VII-5 Dosage de l'ion Calcium:	66
VII-6 Détermination de l'ion Magnésium:.....	66
VII-7 Dosage des Chlorures: Méthode de Mohr	67
VII-8 Dosage des Sulfates:	67
VII-9 Dosage du CO ₂ dissout , méthode volumétrique:	68
VIII- ANALYSES BACTERIOLOGIQUES:.....	69
VIII-1 Recherche et dénombrement des germes totaux:	69

VIII-2 Recherche et dénombrement des coliformes et d' <i>Escherichia coli</i> :	71
VIII-3 Recherche et dénombrement du Streptocoque fécaux:	73
VIII-4 Recherche et dénombrement des Spores de Clostridium sulfito-réducteurs:	75

CHAPITRE VI : RESULTATS ET INTERPRETATIONS

I- PARAMETRES ORGANOLEPTIQUES:	77
II- PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES:	77
III- PARAMETRES MICROBIOLOGIQUES:	81
CONCLUSION.....	83

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ANNEXES

LISTE DES TABLEAUX

- **Tableau 01** : Distribution des principales parties du grain.
- **Tableau 02** : La composition chimique du grain du maïs.
- **Tableau 03** : La teneur en matières minérales du grain du maïs.
- **Tableau 04** : La teneur en vitamines du grain du maïs.
- **Tableau 05** : La production mondiale du maïs.
- **Tableau 06** : Consommation d'eau en industrie agro-alimentaire.
- **Tableau 07** : Consommation de la Maïserie durant l'année 2013.
- **Tableau 08** : Qualité physico-chimique de l'eau traitée par la station de dessalement de souk tlata.
- **Tableau 09** : Classification des eaux selon la turbidité.
- **Tableau 10** : Classification de l'eau en fonction de la conductivité.
- **Tableau 11** : Calcul de la minéralisation à partir de la conductivité.
- **Tableau 12** : Résultats des calculs des ions Na^+ et K^+
- **Tableau 13** : Résultats d'analyses microbiologiques de l'eau.

Liste des figures

- **Figure 01** : Les parties d'un grain de maïs
- **Figure 02** : Diagramme de la production mondiale du maïs
- **Figure 03** : Schéma technologique de l'amidonnerie
- **Figure 04** : Principale étape de transformation de maïs
- **Figure 05** : Le marchés de l'amidon (estimation 2008-2009 source USIPA)
- **Figure 06** : Cycle de l'eau dans l'usine
- **Figure 07** : Cycle de l'eau
- **Figure 08** : Organigramme de l'usine de Maïserie de Maghnia
- **Figure 09** : Plan d'unité
- **Figure 10** : Process de fabrication Amidonnerie
- **Figure 11** : Principe de cyclone de dégermage
- **Figure 12** : Schéma de séparions amidon-gluten
- **Figure 13** : Recherche et dénombrement des germes totaux
- **Figure 14** : Recherche et dénombrement des coliformes et d'*E .coli* présumés
- **Figure 15** : Recherche et dénombrement des Streptocoques fécaux
- **Figure 16** : Dénombrement des spores de Clostridium sulfito-réducteurs

LISTE DES ABREVIATIONS

USA : Etats Unis d'Amérique

FAO : Food and Agriculture Organisation (Organisation des Etats unis pour l'alimentation et l'agriculture)

OGM : Organisme Génétiquement Modifié

IAA : Industrie Agro-alimentaire

OMS : Organisme Mondiale de la Santé

ADE : Algériennes des eaux

°C : Degré Celsius

µs/cm : Micro Siemens par centimètre

pH : potentielle d'hydrogène

NTU : Unité de Turbidité Néphélométrique

Kg : Kilogramme

T : Tonne

TH : Titre Hydrométrique

°F : Degré Français

TAC : Titre Alcalimétrique Complet

°B : Degré Baumé (une unité de mesure indirecte de concentration *via* la densité inventée par Antoine Baumé)

µm : Micromètre

HC : Hydro cyclone

NPP : Nombre le plus probable

VF : Viande foie

EVA : Ethyle Violet et Azide de Sodium

BPCL : Bouillon lactosé au pourpre de bromocrésol

UFC : Unité Formants une Colonne

CSR : Clostridium sulfito-réducteurs

Abs : Absence

Une eau potable est une eau douce chimiquement et biologiquement bonne pour la consommation humaine. Les normes appliquées à une telle eau ne devraient pas être inférieures à celles proposées par la réglementation algérienne

L'eau potable est une eau non salée, une eau douce suffisamment sûre pour être consommée par les humains et utilisée avec un faible risque de préjudice immédiat ou à long terme. Dans la plupart des pays développés, l'eau fournie aux ménages, au commerce et à l'industrie se conforme aux normes de potabilité de l'eau, même si seule une très faible proportion est effectivement consommée ou utilisée dans la préparation des aliments.

L'eau potable est une eau dont on considère, à l'aune de normes de qualité, qu'elle peut être bue, bouillie ou utilisée à des fins domestiques et industrielles sans danger pour la santé. Elle peut être distribuée à partir de bouteilles, du robinet et dans l'industrie, à partir de citernes. L'eau potable fait souvent l'objet de traitements préventifs variés.

Dans l'industrie agro-alimentaire l'eau est la matière première qui mérite un contrôle rigoureux quand bien même elle est la plus abondante car elle réunit un ensemble de propriétés physiques et chimiques qui facilitent son utilisation. Elle peut être solvant, fluide thermique ou simplement liquide facile à manipuler. Ces propriétés expliquent sa grande implication dans toutes les grandes activités industrielles ; l'usine utilise l'eau de manière répétée au cours des stades successifs de la chaîne de fabrication.

Même si l'eau est inodore, incolore et sans saveur, certains paramètres physicochimiques et microbiologiques peuvent lui conférer des caractéristiques qui, d'une part influencent fortement la qualité finale du produit et d'autre part polluent la nature. Elle devient alors un danger pour l'homme et pour l'écosystème. L'industrie agroalimentaire moderne se trouve donc devant l'épineuse question de la maîtrise des paramètres de l'eau à l'entrée de l'usine, à l'intérieur de l'usine ainsi que celle qui en sort.

Notre travail consiste à étudier la qualité de l'eau destinée à la transformation industrielle de maïs en amidon au niveau de l'usine de la Maïserie de Maghnia. Ce travail se présente en 02 parties :

La première partie : c'est la synthèse bibliographique qui comprend, des généralités sur le maïs, des définitions, des caractéristiques de l'eau, types des eaux en IAA ainsi que les normes de potabilité des eaux et une étude du milieu...ect.

La deuxième partie : c'est la partie expérimentale qui comporte :

-Une étude quantitative et qualitative consacrée aux analyses physico-chimiques et microbiologiques.

- On clôture ce travail par une interprétation et une discussion des résultats obtenus.

INTRODUCTION

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE :

CHAPITRE I :

*LE MAÏS ET SES
TRANSFORMATIONS
INDUSTRIELLES*

I- ORIGINE DU MAÏS:

Le maïs aussi appelé blé d'Inde au Canada est une plante tropicale herbacée annuelle, largement cultivée comme céréale pour ses grains riches en amidon, mais aussi comme plante fourragère. (BAUBRICOURT A.G. et al, 1988)

Cette espèce, originaire d'Amérique centrale, était déjà l'aliment de base des Amérindiens avant la découverte de l'Amérique par Christophe Colomb. (LAUMOUNIER., 1979)

La plante fut divinisée dans les anciennes civilisations d'Amérique centrale et méridionale. Le maïs est aujourd'hui cultivé partout dans le monde et est devenu la première céréale mondiale devant le riz et le blé. (CARRARETTO M., 2005)

II- CONSTITUTION DU GRAIN DE MAÏS:

II-1 Structure du grain de maïs:

Le grain du maïs est en fait un caryopse, formé de trois parties d'origines différentes :

- L'embryon, couramment appelé « germe », situé à la base du grain qui comprend l'embryon proprement dit ou « gemmule » et le Scutellum, c'est-à-dire le cotylédon, organe de réserve dans lequel la plantule puise son énergie initiale. L'embryon est issu de l'œuf formé à la suite de fusion du noyau d'un spermatozoïde et l'oosphère, il est diploïde. (GODEN B. et al, 1991)
- L'albumen, tissu de réserve, essentiellement composé de grains d'amidon, sauf la couche périphérique située sous le péricarpe qui contient des grains d'aleurone riche en protéines ; ce tissu est issu de la fusion du noyau d'un spermatozoïde et des deux noyaux de cellule centrale (c'est donc un tissu à $3n$ chromosomes). (GODEN B. et el, 1991)
- L'enveloppe extérieure, fine membrane translucide et fibreuse, issue du péricarpe de l'ovaire (une partie du fruit et non pas la graine). (LUVEN P., 1993)

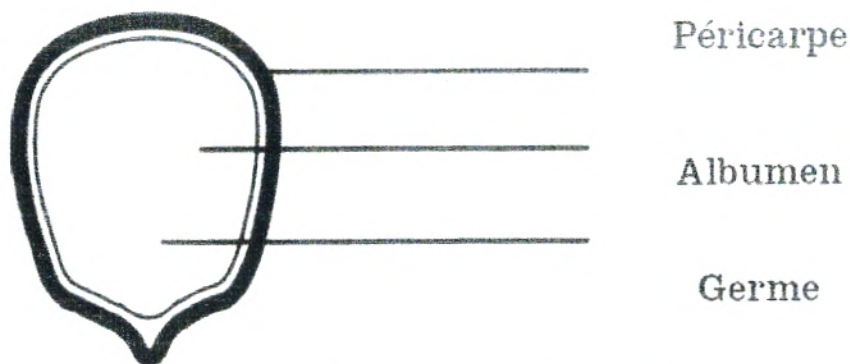


Figure 01: Parties d'une graine de Maïs (MAYBELLINE E.H.et al, 2012)

Tableau 01: Distribution des principales parties du grain (LUVEN P., 1993)

Structure	Distribution du poids (%)
Péricarpe (enveloppe)	5-6
Aleurone	2-3
Albumen	80-85
Germe	10-12

II-2 Composition du grain de maïs:

Les grains du maïs sont des substrats secs d'une teneur en eau de 14%, l'albumen est occupé par l'amidon qui est le constituant glucidique dominant ; il est considéré physiologiquement comme une substance de réserve qui représente 60% du poids total du grain.

La teneur en protéines est plus faible que chez les autres céréales, d'autant plus que la valeur biologique de ses protéines est assez basse à cause de leur faible teneur en lysine et surtout en tryptophane 0,8%. (LEDER J., 1986)

Les lipides sont des composés mineurs du maïs qui représentent 4,8 à 5% du poids total du grain. Ils peuvent être libres mais la majorité est associée aux protéines et à l'amylose. Ces lipides sont extrêmement intéressants du fait de leur forte teneur en acides gras polyinsaturés (acide linoléique et linoléique). (GODEN B., 1991 « a »)

Tableau 02: La composition chimique du grain de maïs (MAYBELLINE E.H. et al, 2012)

Composants chimiques	Péricarpe (%)	Albumen(%)	Germe(%)
Protéines	3,7	8,0	18,4
Extrait à l'éther	1,0	0,8	33,2
Fibres Brutes	86,7	2,7	8,8
Cendres	0,8	0,3	10,5
Amidon	7,3	87,6	8,3
Sucre	0,34	0,62	10,8

Tableau 03: La teneur en matières minérales du grain de maïs (LUVEN P., 1993)

Sels minéraux	Concentration (mg/100g)
P	299,6 ± 57,8
K	324,8 ± 33,9
Ca	48,3 ± 12,3
Mg	107,9 ± 9,4
Na	59,2 ± 4,1
Fe	4,8 ± 1,9
Cu	1,3 ± 0,2
Mn	1,0 ± 0,2
Zn	4,6 ± 1,2

Tableau 04: La teneur en vitamines du grain de maïs (mg /100g) (LUVEN P., 1993)

Vitamines Mg/100g	Thiamine B1	Riboflavine B2	Pyridoxine B6	Niacine PP	Acide Pantothénique	Tocophérol E
Maïs	0,40	0,10	0,70	1-3	0,30-0,80	1,30-1,80

III- LES DIFFERENTS TYPES DE MAÏS:

Il existe cinq principales variétés de maïs :

III-1 Le maïs à grain denté:

C'est l'espèce la plus cultivée aux U.S.A. L'extrémité de sa graine contient de la fécule molle qui se rétrécit et forme une dent en haut du grain.

III-2 Le maïs à grain vitreux :

Très cultivé en Amérique latine, en Asie, en Afrique et en Europe. Ses grains sont durs et lisses avec très peu de fécule molle. Cette espèce résiste davantage aux attaques des insectes d'entreposage tels que les charançons que le maïs denté et le maïs farineux.

III-3 Le maïs farineux :

Composé essentiellement de fécule molle et largement cultivé dans la région des Andes en Amérique du Sud. Il est plus susceptible aux attaques des insectes d'entreposage et se casse plus facilement que les espèces les plus dures.

III-4 Le maïs perlé (éclaté):

C'est en fait une forme extrême du maïs vitreux.

III-5 Le maïs hi-lysine:

A haute teneur en lysine dont le contenu en lysine est plus que le double. (GAY J.P., 1978)

IV- PRODUCTION MONDIALE DU MAÏS:

Le maïs actuellement devenu la plante la plus cultivée mondialement après le blé et le riz.

Les principaux pays producteurs du maïs dans le monde sont figurés dans le tableau suivant :

Tableau 05: La production mondiale de maïs (FAOSTAT., 2012)

Rank	Area	Production (Int \$1000)	Flag	Production (MT)	Flag
1	United States of America	22233636	*	273832130	
2	China, mainland	10126214	*	208130000	
3	Brazil	2971351	*	71072810	
4	Argentina	2635030	*	21196637	
5	India	2554046	*	21060000	
6	Indonesia	2012638	*	19377030	
7	Ukraine	1373511	*	20961300	
8	Mexico	1365318	*	22069254	
9	France	1336765	*	13614100	
10	South Africa	1054543	*	11830000	
11	Nigeria	1048014	*	9410000	*
12	Ethiopia	780289	*	6158318	
13	Canada	704334	*	11703100	
14	United Republic of Tanzania	667938	*	5104248	
15	Philippines	613668	*	7406830	
16	Pakistan	542924	*	4631000	
17	Kenya	483817	*	3600000	
18	Malawi	427153	*	3618699	
19	Romania	415331	*	5953352	
20	Zambia	390350	*	2852687	

* : Unofficial figure

[]: Official data

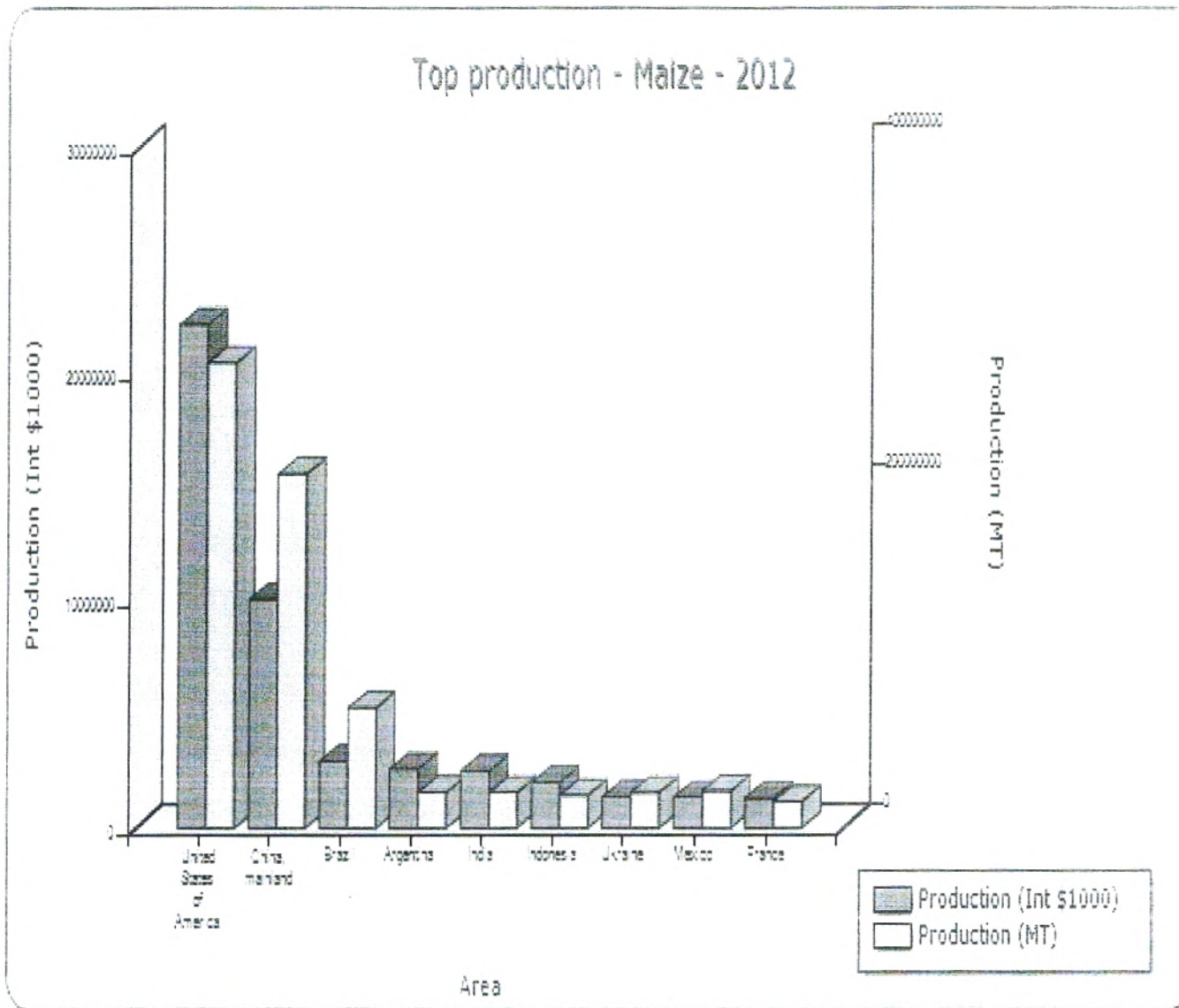


Figure 02: Diagramme de la production mondiale de Maïs (FAOSTAT., 2012)

Aujourd'hui, les Etats-Unis produisent à eux seuls 40% du maïs mondial ; Un pays qui dispose des technologies en matière d'amélioration des plantes et d'hybridation (**OGM**: Organismes Génétiquement Modifiés) et de techniques de production novatrices. Ils sont de très gros consommateurs, puisque 80% de leur propre production est orientée vers le marché intérieur.

En Europe, l'Italie et la France sont les principaux producteurs. D'autres grands pays comme la Chine et l'Argentine dont les exportations ne dépassent pas pour l'instant les frontières de leur Union.

Pour certains pays comme le Mexique, Guatemala et Nigeria, le maïs est la principale céréale de base. (GAY J.P., 1984)

En Algérie et durant la période coloniale, l'emblavement était de l'ordre de 35%, après cette période et jusqu'en 1972 on a assisté à une baisse de rendement (18 à 14,1 quintaux) due au manque d'eau assurant l'irrigation et à la réduction des surfaces cultivées au détriment du développement de la production animale. (MOULE C., 1971)

V- UTILISATION DU MAÏS:

Divers ingrédients alimentaires sont préparés industriellement à partir du maïs. Les amidonneries produisent de l'huile de germe et de gluten qui est largement utilisé. Les semoulières produisent des semoules et farines de maïs. (CHEFTEL J.C. et al, 1986)

V-1 Alimentation humaine:

Le maïs, riche en amidon, est cultivé pour ses grains qui constituent la base de l'alimentation de nombreuses populations. Il est consommé soit sous forme de grains entiers (séparés ou sur épis), soit réduit en farine et préparé sous forme de bouillies ou de galettes cuites.

Il entre aussi dans la composition de certaines préparations industrielles (céréales pour le petit-déjeuner) ou sous forme de maïs éclaté et comme légume.

Il est aussi utilisé sous forme de fécule vendu notamment sous la marque maïzena, en particulier pour préparer des sauces. La maïzena rend la sauce plus légère que la farine de blé.

V-2 Alimentation animale:

Au niveau mondial, les deux tiers du maïs produits sont utilisés pour l'alimentation animale et les 27% restants pour l'alimentation humaine.

La plante entière peut être consommée par le bétail comme fourrage frais ou sec comme ensilage.

Le maïs fait augmenter plus rapidement le poids des bovins et la production de lait de vaches.

V-3 Les Industries de maïs:

Le maïs a de multiples débouchés : industrie agroalimentaire (biscuiterie, pâtisserie, brasserie, etc.), fabrication de la colle pour l'industrie textile, édulcorant, produits de l'industrie pharmaceutique, plastique biodégradable et biocarburants. (BAUBRICOURT A.G.et al, 1988 ; GAY J 1984)

VI- TRANSFORMATION INDUSTRIELLE DU MAÏS:

L'industrie utilise des quantités de plus en plus importantes des grains de maïs dans les maïseries et amidonneries. Les maïseries produisent des semoules destinées à la consommation humaine ou à la fabrication des bières. Les sous-produits, à l'exception de germes dont on extrait d'huile, sont récupérés pour l'alimentation animale. (BARLOY J.et al, 1970)

VI-1 Amidonnerie de maïs:

La caractéristique fondamentale de cette industrie céréalière est de réaliser la séparation des différents constituants du grain par la voie humide en présence de quantité importante d'eau.

Les procédés de séparation et d'extraction mis en œuvre sont purement physiques et basés sur les différences de densité entre divers produits en suspension. (BEAUX Y.et al, 1982)

Le procédé d'extraction d'amidon peut être schématisé de la façon suivante:

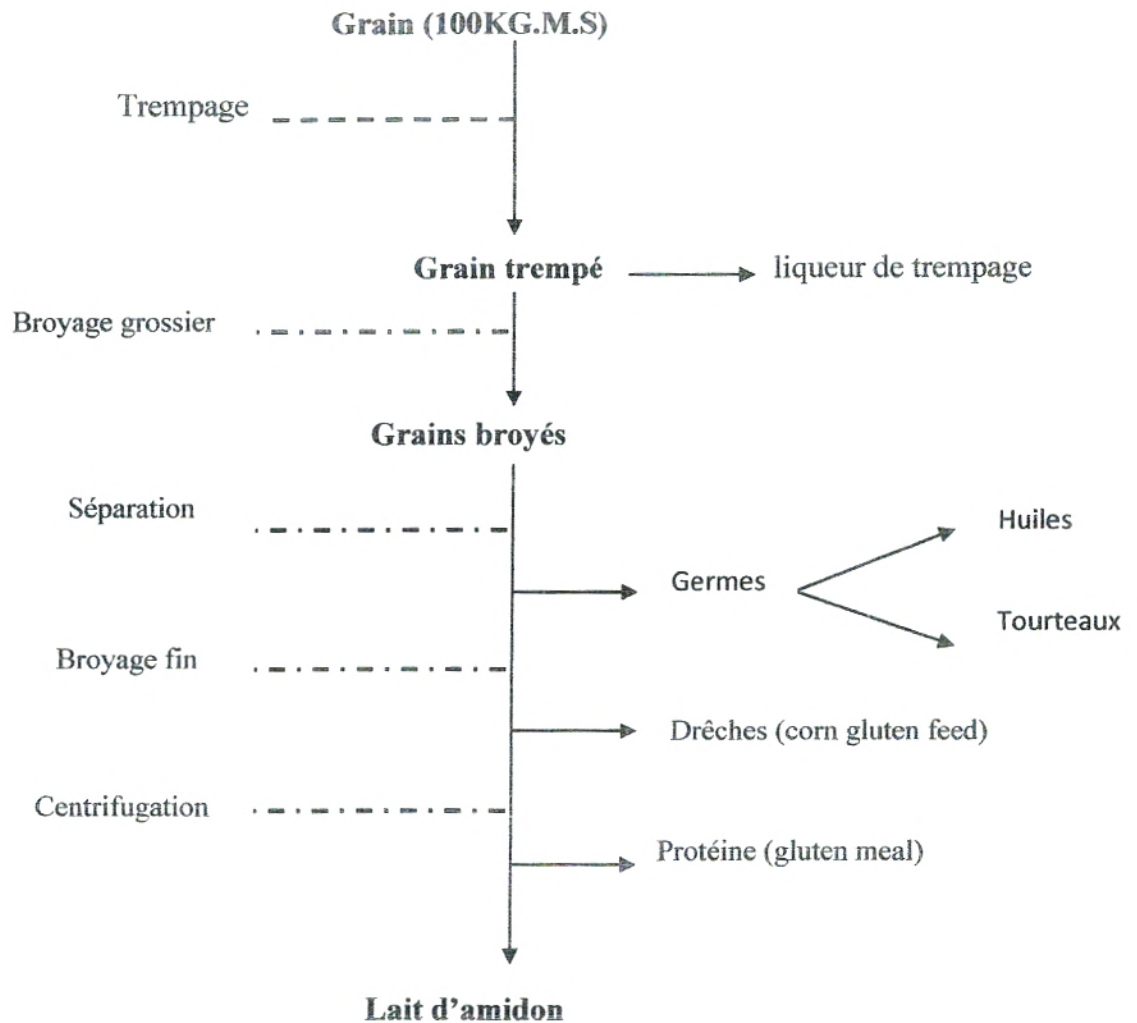


Figure 03: Schéma Technologique de l'Amidonnerie (GODEN B., 1991 « b »)

VI-2 Les étapes d'extraction d'amidon:

VI-2-1 Trempage:

Il est réalisé après le nettoyage des graines, ou l'on élimine les cailloux, les mottes de terre, etc, par passage au travers de plusieurs grilles fixes, oscillantes ou vibrantes. Afin de ramollir les grains, de dissocier le réseau protéique et d'éliminer les constituants solubles, un trempage à 50°C pendant 24 à 48 heures est effectué dans de l'eau contenant de l'anhydride sulfureux. Ce réactif permet de désorganiser le réseau protéique entourant les granules d'amidon et offre l'avantage d'empêcher le développement de micro-organismes indésirables pendant le trempage. (DUPONT P., 1986)

VI-2-2 Dégermage:

Afin de récupérer les germes pour en extraire l'huile, un broyage grossier est effectué sur les grains ramollis. Les germes sont séparés par flottation, en effet, ils se rassemblent à la surface tandis que l'amidon et les protéines, associés à la particule de semoule, sédimentent au fond ou par centrifugation. Les germes sont ensuite lavés, séchés et expédiés vers le conditionnement, tandis que la suspension d'amidon, de gluten et de fibres est de nouveau broyée. (DUPONT P., 1986)

VI-2-3 Broyage et séparation des enveloppes:

Le produit restant est finement écrasé par des broyeurs afin de libérer les granules d'amidon des autres constituants. Les enveloppes sont ensuite éliminées après le passage sur une série de tamis inclinés à grande surface de filtration. Ces composés sont lavés, pressés et séchés et mélangés aux autres sous-produits. La suspension obtenue est constituée de l'amidon et de gluten. (GODEN B., 1991 « b »)

VI-2-4 Séparation amidon-gluten:

Cette opération est réalisée par des centrifugeuses de type écrémeuse, en raison de la différence de poids, l'amidon qui est plus lourd est séparé du gluten qui est plus léger. La séparation se fait en deux étapes, le gluten de premier étage contient de 60 à 70 % de protéines, il est ensuite concentré, filtré puis séché. Par contre, l'amidon est ensuite centrifugé une seconde fois pour éliminer une partie du résidu protéique. L'amidon est envoyé vers l'amidonnerie sèche et raffinerie ou glucoserie. Le lait d'amidon y subira différents procédés de biotransformation. (GODEN B., 1991 « b »)

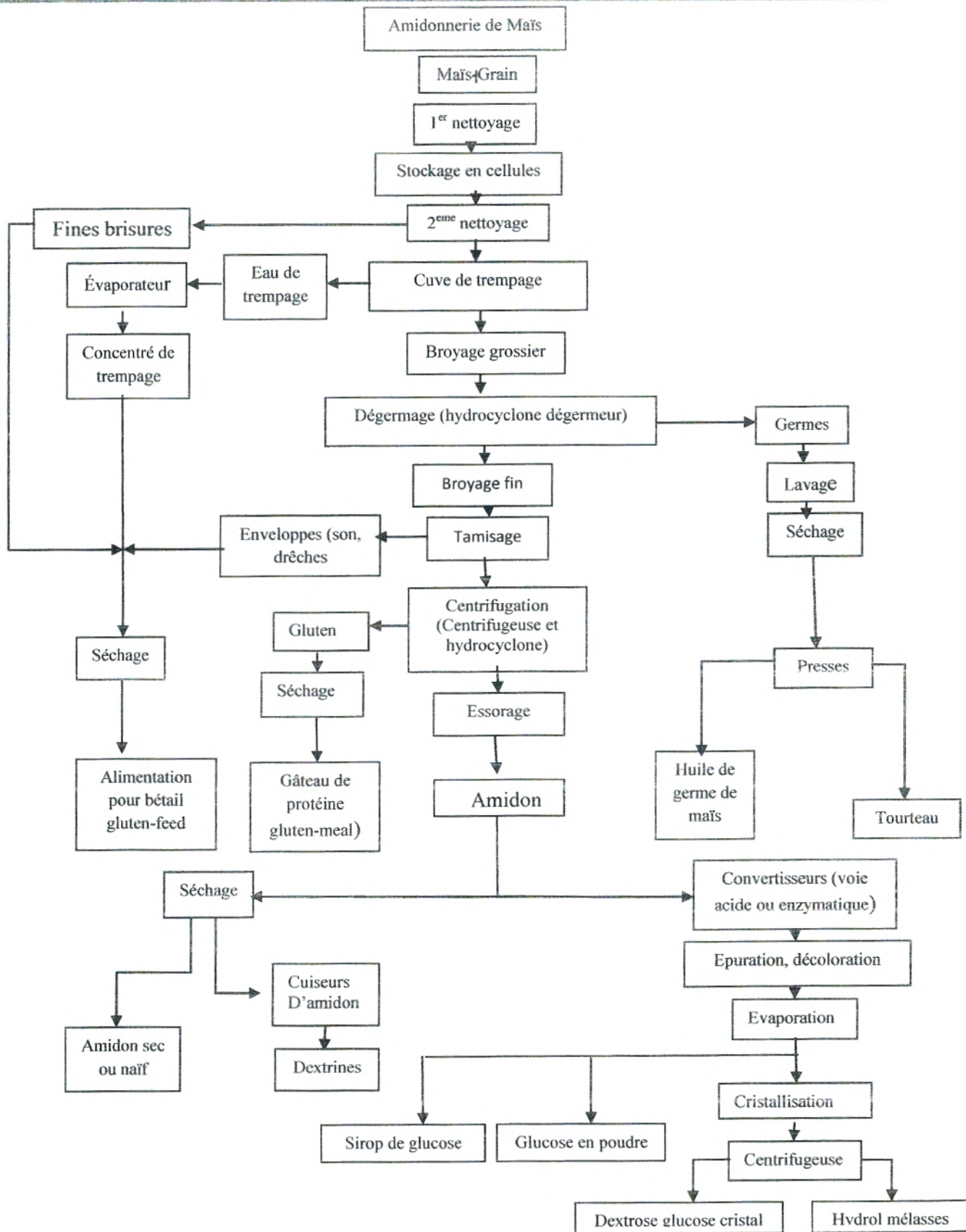


Figure 04: Principale étapes de transformation du maïs (GODEN B. et al, 1991)

VII- USAGE INDUSTRIEL DE L'AMIDON:

VII-1 Usages alimentaires:

Les industries alimentaires utilisent de l'amidon sous forme modifiée, non modifiée, de sirop de glucose et de dextrose (D-glucose). Il est utilisé comme épaississant (potages, sauces,...) pour le coffrage et le capsulage, comme gélifiant et comme stabilisant (de par sa grande rétention d'eau). (KOUAME S.et al, 2009)

VII-1-1 Les confitures:

L'utilisation de dérivés de l'amidon tel que le fructose avec un fort pouvoir sucrant permet d'en diminuer la quantité à incorporer par rapport au saccharose. L'addition de glucose permet aussi d'éviter les phénomènes de cristallisation. (CHEFTEL J.C.et al, 1976)

VII-1-2 Les produits laitiers:

L'amidon natif utilisé pour les flans, les crèmes desserts, il permet d'épaissir et de rendre une texture onctueuse. (CHEFTEL J.C.et al, 1976)

VII-1-3 Les crèmes glacées:

Les sirops de glucose, dextrose et malt dextrines sont utilisés pour contrôler la croissance des cristaux et le point de congélation. Ils influent sur la texture de la crème glacée. (GODEN B., 1991 « b »)

VII-1-4 Boulangerie:

L'ajout de dextrose dans le pain et dans d'autres produits de boulangerie permet une fermentation plus rapide et plus complète. Il donne aussi une croûte plus brune et brillante par les réactions de Maillard, ainsi qu'une meilleure conservation. (LUVEN P., 1993)

VII-1-5 Les confiseries:

Le dextrose et le sirop de glucose sont utilisés en confiseries. L'amidon et l'amidon modifié sont employés dans la fabrication de dragées, de caramels, de gommes dures et tendres, de fondants....l'amidon est utilisé dans la fabrication de moules, ainsi que pour l'enrobage de confiseries afin qu'elles ne collent pas entre elles. Le dextrose empêche la cristallisation et réduit l'hygroscopie du produit fini. (LUVEN P., 1993)

VII-1-6 Alimentation infantile diététique et instantanée:

Dans les préparations 1^{er} âge, les préparations pour alimentation, les maltodextrines sont un ingrédient plus facilement digestible que l'amidon. (CHEFTEL J.C.et al, 1976)

VII-1-7 Les boissons:

Les dérivés de l'amidon sont utilisés pour faire varier la viscosité et sucrer la boisson. L'amidon et le glucose sont aussi une source de sucres fermentescibles pour les boissons alcoolisées. (GODEN B., 1991 « b »)

VII-1-8 Les préparations à base de viande et de poisson:

Les dérivés de l'amidon sont des sucres fermentescibles pour nourrir la flore bactérienne. L'amidon modifié ou naïf est aussi un agent liant ou texturant pour des préparations tel que le surimi. (CHEFTEL J.C.et al, 1976)

VII-1-8 Fruits en conserves:

Le saccharose est remplacé de plus en plus par du dextrose ou par du sirop de glucose, ce qui aide à maintenir le pourcentage désiré de produit solide sans donner un goût trop sucré (le pouvoir édulcorant étant seulement de 0,4-0,7), soulignant ainsi la saveur naturelle du fruit. La cristallisation est également diminuée. (DZIEDZIC S.Z.et al, 1984)

VII-1-9 Glutamate de sodium:

Il est utilisé comme agent de sapidité (exhausteur de goût) dans les aliments tel que les viandes, les légumes, et les sauces...l'amidon est hydrolysé en glucose dans une solution bouillante d'acide chlorhydrique HCL et l'acide sulfurique(H₂SO₄) dans des convertisseurs sous pression. Le glucose est filtré et converti en acide glutamique par fermentation bactérienne. L'acide glutamique formé est raffiné, filtré et traité par de la soude afin de produire le glutamate de sodium qui est ensuite centrifugé et séché dans des séchoirs rotatifs. Le produit fini est d'une pureté d'au moins 99%. (CHEFTEL J.C.et al, 1976)

VII-1-10 Caramel :

Le caramel est utilisé comme colorant dans les aliments, et en sucrerie....le glucose est plus utilisé que le saccharose de par son coût moins élevé. Un chauffage uniforme et contrôlé est

nécessaire afin de porter la caramélisation au point où tous les sucres sont dégradés sans libération de CO₂. (CHEFTEL J.C. et al, 1976)

VII-1-11 Levures séchées:

L'amidon hydrolysé constitue un milieu nutritif à faible coût pour la croissance des levures. Celui-ci apporte des sucres simples (dextrose) ainsi que des matières minérales. Elles sont ensuite séchées sur séchoir ou sur lit fluidisé et peuvent aussi être inactivées. Les levures inactivées sont utilisées dans l'alimentation diététique, l'alimentation animale et au cours de la panification ; le taux de protéines de ces levures est compris entre 40 et 50%. (GODEN B., 1991 « b »)

VII-1-12 L'alcool:

La fermentation de pomme de terre et de l'amidon conduit à la formation d'éthanol par transformation du glucose en éthanol sous l'action de levures, l'alcool le plus connu provient de pomme de terre.

Cependant la fermentation peut aussi conduire à la formation d'alcool amylique C₅H₁₁OH très nocif. Il peut cependant servir à la production de médicaments. (GODEN B., 1991 « b »)

VII-2 Usages non alimentaires:

VII-2-1 Colle:

Les dextrines et leur qualité adhésive ont été découvertes accidentellement en 1821 pendant un feu à Dublin (Irlande) lorsqu'un employé dans une usine de textile remarqua qu'une partie de l'amidon était devenu brun par l'action de la chaleur et qu'il se dissolvait facilement dans l'eau pour former une pâte adhésive épaisse. (GODEN B., LOISEL W., 1997)

L'amidon est un adhésif naturel de bonne qualité. Il existe deux types de colles fabriquées à partir d'amidon modifié et de dextrose, la colle en poudre séchée sur séchoirs rotatifs et la colle liquide. (GODEN B., LOISEL W., 1997)

VII-2-2 Cartonnerie:

L'amidon est utilisé pour la fabrication de carton ondulé. Les couches de carton sont collées ensemble avec une suspension d'amidon gélatinisée. Les plaques obtenues sont pressées entre deux rouleaux chauffés qui provoquent une gélatinisation de l'amidon. (GODEN B., WILLIM C., 1991)

VII-2-3 Papier:

Les amidons anioniques et cationiques sont très utilisés en papeterie. Ils se retrouvent à trois étapes de la fabrication:

A la fin du traitement à l'eau, lorsque la fibre de cellulose est écrasée afin d'augmenter la dureté du papier et lui conférer sa résistance aux pliages. (GODEN B., WILLIM C., 1991)

Dans la presse, lorsque la feuille de papier a été formée et partiellement séchée, l'amidon modifié est ajouté sur un ou sur les deux cotés de la feuille afin d'augmenter le produit fini et les propriétés d'impression du papier. (GODEN B., WILLIM C., 1991)

Lors du couchage du papier, lorsqu'une couche de pigment est exigée pour le papier. L'amidon intervient comme agent de couchage et également comme agent adhésif. Le couchage consiste à masquer les inégalités superficielles du papier en déposant sur une ou sur les deux faces du papier un mince enduit minéral (en général Kaolin et du carbonate de calcium), dont les minuscules particules (quelques micromètres) sont unies entre elles et au support par un adhésif (une colle synthétique associée à des substances comme l'amidon et la caséine). Il produit des surfaces particulièrement unies, dont les plus hauts reliefs n'excèdent pas quelques uns. Le papier obtenu est d'une blancheur importante ; cependant, l'amidon ne doit pas contenir un taux trop grand d'impuretés. (GODEN B., WILLIM C., 1991)

VII-2-4 Industries du textile:

L'amidon joue un rôle important dans l'industrie textile:

Il forme une couche protectrice entourant les fils afin d'éviter leur désagrégation au cours du tissage. Il est utilisé pour la finition des vêtements afin de les rendre plus fermes, plus rigides

et plus lourds. Il permet l'impression du tissu ou la création de certaines couleurs sur la surface du textile. (AGPM., 1983)

VII-2-5 Forge:

Une couche de sable rendue solide par l'ajout d'amidon recouvre les moules, permettant ainsi le moulage de pièces de métal. (AGPM., 1983)

VII-2-6 Produits pharmaceutiques:

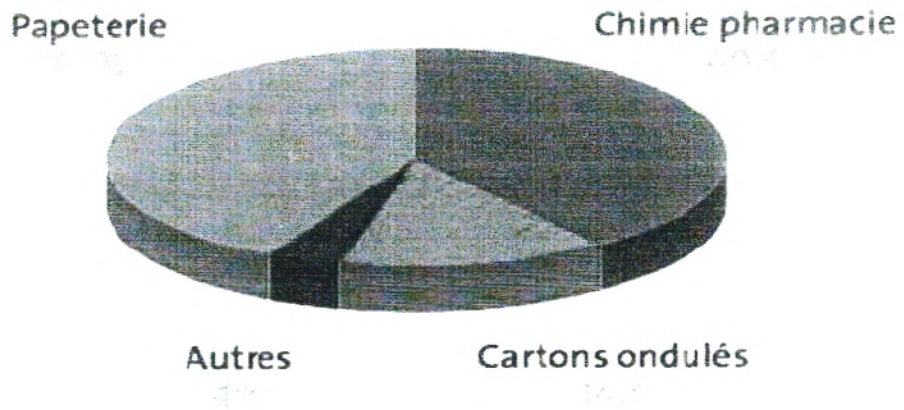
L'amidon peut servir d'excipient dans la composition d'un médicament de par son faible apport énergétique et de sa non toxicité. Il est également utilisé dans le capsulage des gélules et dans l'obtention de cachets.

Les cyclodextrines permettent d'augmenter la solubilité et l'absorption des médicaments.

La quantité nécessaire du produit étant ainsi très réduite, elle entraîne une diminution des effets indésirables tels que les irritations d'estomac et des coûts financiers.

L'alcool amylique est utilisé dans la fabrication d'acide valérianique, de beaucoup de valérianates, et d'alcaloïdes. (AGPM., 1983)

NON-ALIMENTAIRE



ALIMENTAIRE

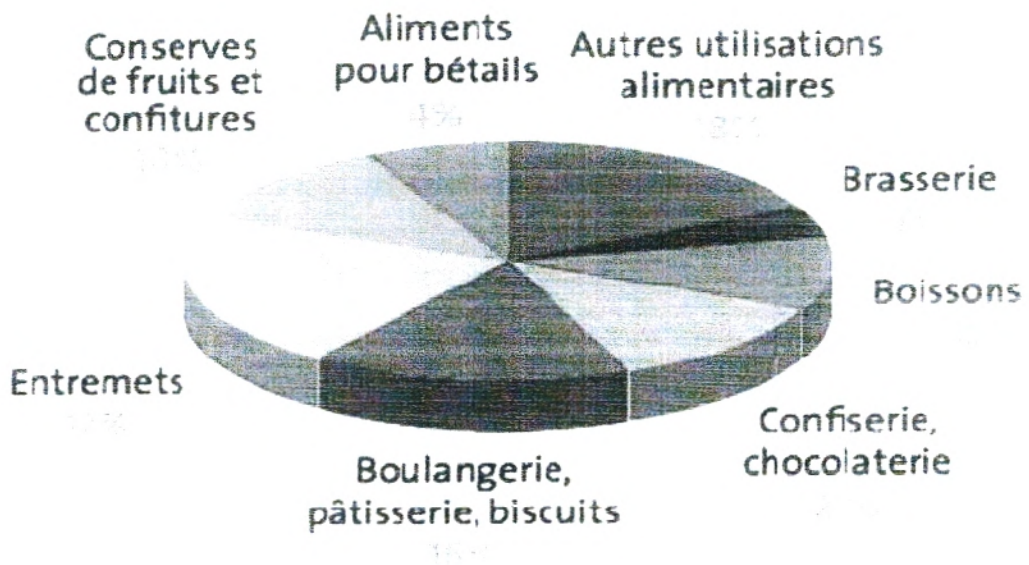


Figure 05 : Le marchés de l'amidon (estimation 2008-2009 source USIPA)

CHAPITRE II :

*L'INDUSTRIE AGRO-
ALIMENTAIRE*

I- INTRODUCTION:

Les industries agroalimentaires de notre temps sont à la fois un secteur traditionnel s'appuyant sur un savoir-faire historique, mais aussi des industries de pointe faisant appel à des technologies nouvelles, à l'ensemble des sciences et techniques de l'ingénieur, à des transferts technologiques provenant d'autres secteurs industriels et créant des produits nouveaux. Cette industrie agroalimentaire est très diverse, structurée en branches particulières et liée à une matière première ou à un ensemble de matières premières agricoles. (MOULTON J.L., 1994)

II- DEFINITION DE L'INDUSTRIE AGRO-ALIMENTAIRE:

L'industrie agro-alimentaire (IAA) c'est l'ensemble des activités industrielles qui transforment des matières issues de l'agriculture, de l'élevage ou de la pêche en produits alimentaires destinés essentiellement à la consommation humaine. Elle ne doit pas être confondue avec l'agro-industrie qui comprend, outre l'agroalimentaire, la transformation des matières premières issues de l'agriculture, de la pêche et de la foresterie en produits non alimentaires, comme les biocarburants, les biomatériaux et les biotechnologies industrielles (« biotechnologies blanches »). (WIKIPEDIA)

III- HISTOIRE DE L'INDUSTRIE AGRO ALIMENTAIRE (IAA):

L'industrie alimentaire est née probablement en même temps que l'agriculture et la sédentarisation, au néolithique, il y a environ onze mille ans. En effet la transformation de matières premières agricoles périssables en denrées stockables et directement utilisables pour la préparation des repas est l'objectif essentiel de cette activité, restée très longtemps intégrée à la production agricole sous forme artisanale et familiale. L'industrie alimentaire (IA), au sens contemporain du terme¹ n'est apparue que tardivement (XIX^e siècle au cours de la

¹ Nous faisons le choix du terme « industrie alimentaire », de préférence à celui « d'industrie agroalimentaire », pour des raisons à la fois empiriques et théoriques. Le succès du concept d'économie agro-alimentaire conduit à adopter ce terme, toujours en vigueur à l'INSEE et au ministère de l'agriculture. En 1998, l'ANIA (association nationale des industries alimentaires) modifiait la signification du « A » de son sigle « d'agro-alimentaire » en « alimentaire ». Ce changement traduit la volonté de la profession d'accéder au statut « d'industrie » à part entière

révolution industrielle. Elle trouve son origine, comme pour les autres secteurs (textile, métallurgie), dans l'innovation technique : procédé d'extraction du sucre betterave (Chaptal et Delessert, 1811), méthode de stérilisation thermique en conserverie (Appert, 1824), des biscuits (Lefèvre-Utile, 1846), machine frigorifique à ammoniac (carré, 1859, écrémeuse (de Laval, 1878): on voit que la France joue un rôle important dans le démarrage de l'industrie alimentaire. Les grandes firmes agroalimentaires (Nestlé en Suisse, Unilever aux Pays-Bas et au Royaume-Uni, Amour aux Etats Unis, Liebig en Allemagne, etc.)

Apparaissent à la fin du **XIX^e** siècle ou au début du **XX^e**, mais aucune des grandes entreprises françaises de l'époque ne traversera le siècle qui s'achève. Toutefois, les structures de marché ne vont évoluer significativement qu'à partir de la deuxième guerre mondiale. (RASTOIN J.L., 2000)

IV- CONSOMMATION DE L'EAU EN INDUSTRIE:

L'eau est une ressource vitale. Les usages de l'eau sont variés: domestiques, agricultures, industries ...Ces dernières sont très consommatrices d'eau notamment l'industrie agroalimentaire (**IAA**). (CARION L .et al, 2011)

Les quantités d'eau consommées par l'industrie agroalimentaire sont énormes. L'eau est utilisée dans de nombreuses opérations: nettoyage des matières premières, transport hydraulique, blanchiment, opération de chauffe et de refroidissement, nettoyage des équipements et de l'usine. (PROOT J., 2001)

Tableau 06: Consommation d'eau de l'industrie alimentaire (millions de m³)
(ANNONYME., 2009)

Sous-secteur	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Autres Industries Alimentaires	2,88	4,28	5,18	4,83	5,88	5,97	6,12	7,07	7,33	7,94	7,92	8,55
Industries Des boissons	5	5,15	5,45	5,03	4,72	4,79	4,7	4,31	5,16	5,22	4,69	5,18
Industrie laitière	3,42	3,71	3,9	3,7	3,59	4,19	4,06	3,59	3,35	3,22	3,25	2,97
Transformation des fruits et des légumes	1,2	1,23	1,25	1,53	1,46	2,09	2,25	2,94	2,99	3,04	2,62	3,4
Industries des viandes	0,99	0,91	0,98	1,23	1,15	1,07	1,22	1,22	1,19	1,24	1,36	1,46
Transformation des cops gras	0,05	0,05	0,04	0,06	0,06	0,06	0,07	0,06	0,06	0,03	0,05	0,08
Industrie des poissons	0,01	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,02	0,03	0,04	0,04	0,03
Secteur alimentaires	13,56	15,36	16,83	16,39	16,87	18,2	18,45	19,22	20,12	20,74	19,94	21,66

V- TYPE D'EAU EN INDUSTRIE:

Pour leurs besoins en eau, les industries s'approvisionnent de deux façons, à savoir *via* le réseau public d'eau potable, ou bien directement par prélèvement direct en surface ou dans les nappes phréatiques. Cette eau est appelé « eau brute ».

On distingue quatre types d'eau utilisés pour l'industrie qui vont dépendre des usages et des traitements effectués:

V-1 L'eau industrielle:

Cette eau est destinée à des fins n'exigeant pas une qualité élevée de l'eau, comme pour des usages thermiques. Elle a subi peu de traitements (pré-filtration, voire décarbonatation). (SEMINAIRE., 2008-2009)

V-2 L'eau de process:

L'eau de production doit être exempte de microorganismes pathogènes et d'éléments chimiques pouvant présenter un danger pour le consommateur. Selon le *codex alimentarius*, l'eau qui doit servir à la fabrication des aliments doit avoir les mêmes propriétés que l'eau de consommation. Avant l'utilisation de l'eau de distribution dans les établissements alimentaires (au niveau de la transformation), elle doit faire l'objet d'un traitement (stockage, filtration, adoucissement, chauffage, désinfection,...). (NOTE AUESCA., 2009)

V-3 L'eau potable:

Elle est utilisée dans des étapes de production où elle entre en contact avec la denrée alimentaire, et également pour le fonctionnement des services généraux (Installations sanitaires). (SEMINAIRE., 2008-2009)

L'eau potable est une eau ayant des caractéristiques microbiennes, chimiques et physiques qui répondent aux directives de l'OMS ou aux normes nationales relatives à la qualité de l'eau de boisson. (OMS., 2014)

V-4 L'eau ultra pure:

Est l'eau qui approche au mieux les niveaux théoriques de la pureté en termes de résistivité, concentrations en matière organique, particules, et bactéries. Ce niveau de pureté peut être obtenu par différentes techniques qui peuvent parfois être combinées. Certaines de ces techniques sont l'échange ionique, l'osmose inverse, la distillation et différents types de filtration. De nos jours l'eau ultra pure est utilisée dans de nombreux domaines qui vont de la médecine à la biologie en passant par l'électronique. (COMBESCURE M.et al, 2000)

La qualité des eaux pures et ultrapures est spécifiée par leur teneur limite en une longue liste d'éléments chimiques et microbiologiques dont l'importance relative dépend de l'usage qui en est fait. Les plus exigeants sont les professionnels de l'électronique, de la santé, de la pharmacie et de l'agro-alimentaire. Plusieurs procédés et techniques s'offrent à eux pour

garantir ces qualités dont le choix puis l'exploitation, complexes, imposent compétence et rigueur.

Les propriétés physiques et chimiques de l'eau en font un fluide d'usage universel dans les activités humaines. Selon les besoins, elle est une matière première, un fluide caloporteur (chauffage et refroidissement), un liquide de lavage et un solvant d'extraction. Ses applications industrielles dépendent très directement de son degré de pureté.

Ses usages les plus exigeants sont ceux qui requièrent les concentrations les plus faibles en une série de substances qui s'y trouvent, naturellement ou après usage, en suspension et/ou dissoutes. L'eau est alors dite pure ou ultrapure. Selon son origine, une eau fait l'objet d'une relative diversité de procédés de traitement qui lui confèrent le degré de pureté requis. (CRISTOPHE P., 2012)

VI- CYCLE DE L'EAU DANS L'USINE:

Le cycle de l'eau est constitué de différentes étapes. Que ce soit à l'entrée de l'usine ou à la sortie, ou encore dans les différents procédés de fabrication, les eaux industrielles doivent être d'une certaine qualité.

L'eau qui entre dans l'usine, appelée eau de procédé, doit avoir une certaine qualité suivant le process dans lequel elle sera utilisée. Celle qui en sort doit aussi disposer de certaines qualités dans le respect de la réglementation et des conventions passées avec les stations d'épurations locales. Tout l'enjeu consiste donc à limiter les besoins en eau industrielle dans les procédés, pour ensuite limiter les rejets. (ANNONYM, WATER CLASS FACTORY)

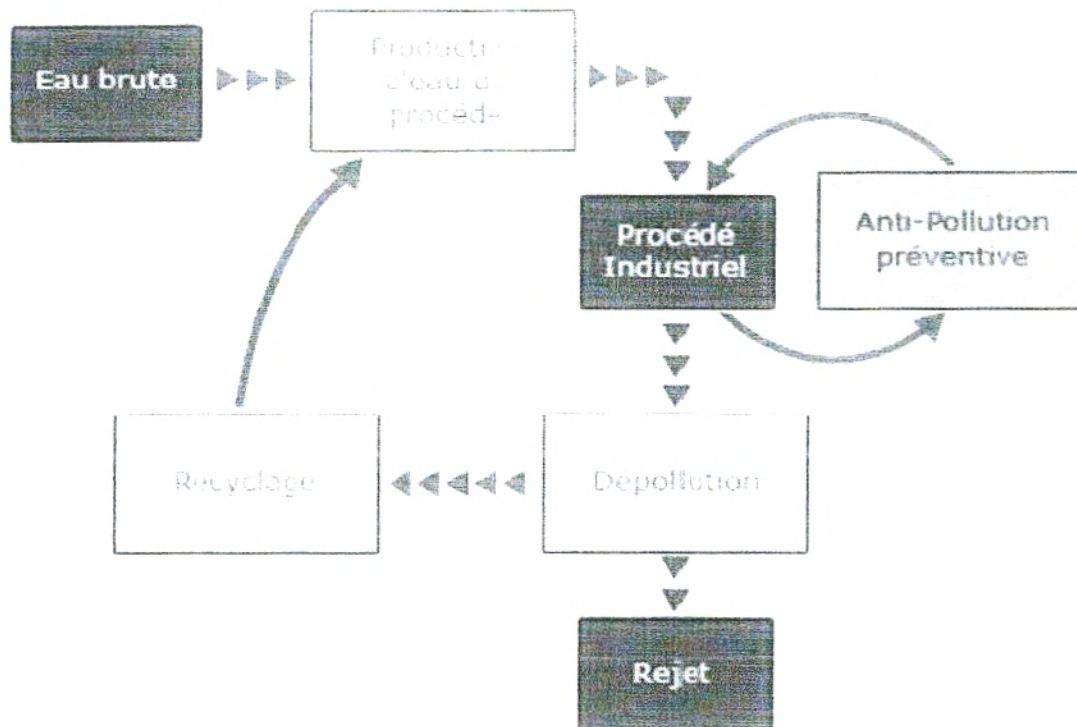


Figure 06: cycle de l'eau dans l'usine

VII- QUALITE DES EAUX EN INDUSTRIE AGRO ALIMENTAIRE:

L'eau intervient non seulement en tant que fluide alimentaire (l'eau entre dans la formulation de l'aliment), mais elle joue un rôle tout aussi important comme fluide technique: l'eau utilisée à ce titre dans certains processus technologiques peut se retrouver partiellement incorporée au produit et faire ainsi partie de ses constituants. Cette eau demandera donc une qualité alimentaire au même titre que l'eau de formulation. (INRA., 1999)

Les besoins en eau de l'industrie agroalimentaire peuvent exiger des qualités d'eau très particulières, même quand il n'y a pas de contact avec le produit alimentaire. L'eau du réseau urbain va donc nécessiter des traitements complémentaires comme par exemple l'adoucissement ou la déminéralisation pour les eaux de chaudière. (INRA., 1999)

Bien entendu, les impératifs de qualité des eaux diffèrent largement en fonction des usages. Pour le refroidissement ou le lavage, une eau peu traitée suffit en général, alors que de l'eau potable est indispensable à la production alimentaire. (BARHOUMI-A.Y.et al, 2004)

D'une manière générale, pour les petites et moyennes entreprises c'est souvent l'eau dont la qualité est la plus exigeante (eau potable du réseau public) qui satisfait à tous les usages.

Les besoins de mise aux normes industrielles de l'eau et les traitements réalisés par l'industrie en pratique dépendent donc:

- des qualités d'eau requises en fonction de la branche d'activité concernée (agro-alimentaire, pharmacie par exemple) ;
- des ressources en eau mobilisées et de leur qualité ;
- des qualités d'eau requises par les usages de l'eau au sein d'une même industrie ou d'une même usine (utilisation dans le process ou pour le seul refroidissement par exemple) ;
- des choix au sein de la palette des traitements et des filières disponibles. (AUGERAUD P.et al, 2002).

CHAPITRE III :

GENERALITES SUR L'EAU

I- INTRODUCTION :

L'eau est un élément qui crée le lien entre le passé et le futur, elle constitue l'un des quatre éléments fondamentaux avec l'air, la terre et le feu. (CHOST B., 1997)

L'eau est la substance minérale la plus répandue à la surface du globe. Elle est l'élément autour duquel se maintient et se développe la vie. (GEGREMENT G., 1989)

La consommation de l'eau dans le monde a été multipliée par sept depuis le début du xx^e siècle! On estime aujourd'hui que sous la triple pression de la démographie en hausse, de l'agriculture irriguée, de l'industrie et de l'urbanisation, les besoins en eau doublent tous les vingt ans. La consommation d'eau potable représente 6% de la consommation générale de l'eau dans le monde. (MERCIER J., 2000)

La disponibilité annuelle de l'eau en Algérie est de 600m³/habitant/an, donc l'Algérie se situe dans la catégorie des pays pauvres en ressources hydriques au regard du seuil de rareté fixé par la Banque Mondiale Qui est de l'ordre de 1000m³/habitant/an. (BANQUE MONDIALE., 1985)

Le problème de l'eau est aggravé ces dernières années par une sécheresse qui a touché l'ensemble du territoire de notre pays, et qui a montré combien il était nécessaire d'accorder la plus grande attention à l'eau. (REMINI B., 2005)

II- LES PROPRIETES PHYSICO-CHIMIQUES DE L'EAU:

L'eau est constituée de molécules formées de deux atomes d'hydrogène et d'un atome d'oxygène (H₂O). (MATRICON J., 2001) Elle possède une teinte bleuâtre, perçue uniquement lorsqu'elle est en couche épaisse. Le point de congélation est de 0°C et son point d'ébullition est de 100°C. (MERCIER J., 2000)

Appelée fréquemment le solvant universel, elle s'allie avec certains sels pour former des hydrates et réagit avec des oxydes de métaux pour former des acides. Elle est utilisée comme catalyseur dans de nombreuses réactions chimiques. (FRANK N.K., 1984)

Dans la nature, sous l'action du soleil, de la pression atmosphérique et de la température, l'eau change d'état. On peut la trouver sous trois formes :

- **Etat solide:** à basse température, l'eau est appelée glace et possède des structures cristallines régulières (en fonction de la température).
- **Etat gazeux:** caractérisée par une absence de forme et de limite physique, il n'y a pas de liaisons entre les molécules, elles sont indépendantes les unes des autres.
- **Etat liquide:** caractérisée par une forme non définie. Les molécules peuvent se déplacer les unes par rapport aux autres mais elles restent proches car elles sont liées par des forces intermoléculaires. (DEFRANCESCHI M., 1996)

III- CYCLE DE L'EAU:

La circulation de l'eau entre les océans, l'atmosphère et les continents est appelée cycle de l'eau. Ce cycle se déroule dans une enveloppe superficielle de la terre appelée l'hydrosphère.

Le cycle de l'eau débute par l'évaporation de celle-ci principalement des océans mais aussi des continents. Cette eau transite de l'atmosphère où elle réside au moyenne 8 à 10 jours et retombe sous forme de pluie sur les océans ou forme de pluie ou de neige sur les continents. L'évaporation de l'eau à partir des continents porte également le nom d'évapotranspiration.

Sur les continents, l'eau s'évapore directement à partir des lacs, des rivières...des sols humides mais à cette évaporation directe s'associe la transpiration des végétaux qui renvoie vers l'atmosphère l'eau de pluie qui s'est filtré dans le sol. (BARHOUMI A. Y., 2004)

L'infiltration de l'eau dans le sol sert à constituer le stock superficiel alimentant l'évaporation directe et transpiration des végétaux. Les fortes précipitations des périodes hivernales engendrent une infiltration profonde qui alimente les nappes souterraines. Sur les continents, les quantités d'eau qui s'évaporent (évapotranspiration) sont inférieures aux quantités d'eau reçus par les précipitations, à l'inverse pour les océans l'évaporation est supérieure aux précipitations. L'excédent en eau des continents retourne aux océans par les rivières, les résurgences de nappe souterraines et le ruissellement côtier. Le cycle de l'eau est ainsi équilibré. (BARHOUMI A.Y., 2004)

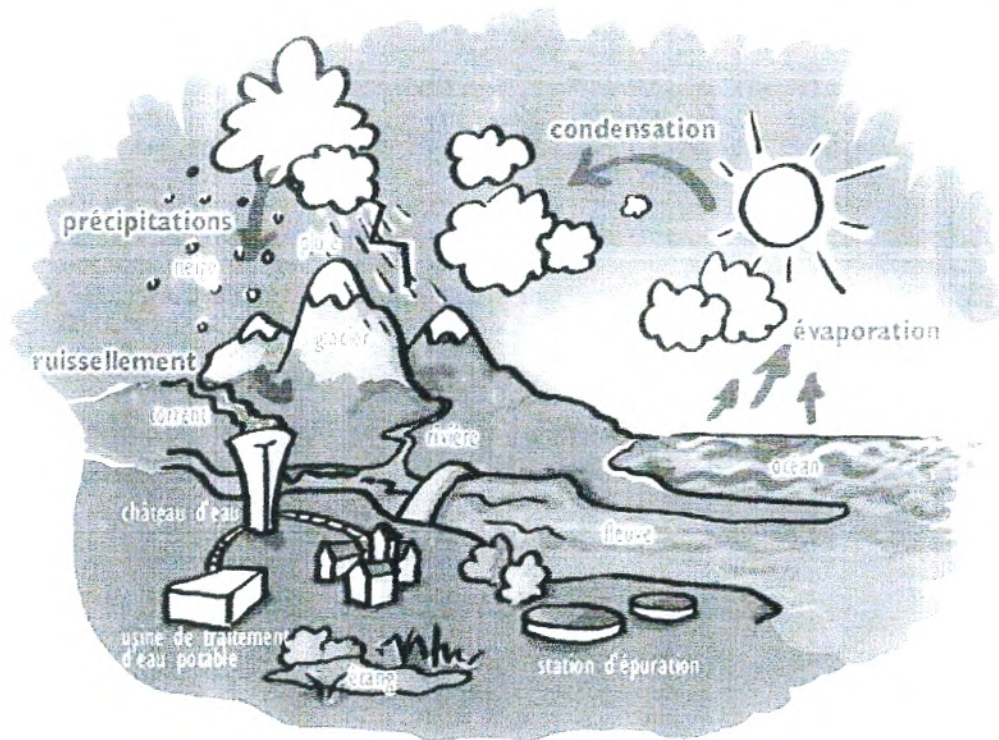


Figure 07: Cycle de l'eau (BARHOUMI A.Y., 2004)

IV- LES EAUX D'APPROVISIONNEMENT:

Dans la plupart des cas, ce sont les eaux de surfaces et les eaux souterraines qu'on est le plus susceptible d'utiliser, ce n'est qu'en leur absence qu'on peut penser à exploiter les eaux de pluie ou les eaux de mer. (FRANÇOIS G., 2000)

IV-1 LES EUAX SOUTERRAINES:

Les eaux souterraines, enfouies dans le sol, sont habituellement à l'abri des sources de pollution. Les caractéristiques de ces eaux varient très peu dans le temps, les usines de purification n'ont pas à résoudre les problèmes dus aux variations brusques et importantes de la qualité de l'eau brute. (DESJARDINS R., 1997)

Les eaux souterraines restent jusqu'à présent les meilleures ressources en eau potable. (MARGAT R., 1992)

IV-2 LES EAUX DE SURFACE:

Ce terme englobe toutes les eaux circulantes ou stockées à la surface des continents. Elles ont pour origine, soit des nappes souterraines dont l'émergence constitue une source, soit les eaux de ruissellement. Ces eaux se rassemblent en cours d'eau, caractérisés par une surface de contact eau-atmosphère. Elles peuvent se trouver stockées en réserves naturelles (lacs) ou artificielles (retenues de barrage). (DEGREMENT G., 2005)

V- LA POLLUTION:

La pollution des eaux est un problème mondial dont les aspects et la portée sont évidemment différents selon le niveau de développement des nations.

Les phénomènes de pollution se traduisent généralement par des modifications des caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques du milieu récepteur. (GONJOURS D., 1989)

La pollution de l'eau peut être définie comme une dégradation de celle-ci par les éléments qu'elle a accumulés lors de son utilisation. Les eaux douces et océaniques sont le réceptacle de pollutions multiples –chimiques, organiques, microbiologiques- d'origine variées – urbaine, industrielle, agricole. (BARBAULT R., 1997)

La présence d'éléments indésirables dans une eau, n'est pas toujours une conséquence des actions de l'homme, l'étude de la pollution des eaux liées à l'activité humaine a fait prendre conscience de l'existence indépendante de cette activité et que l'on peut qualifier par extension de pollution naturelle. (BONTOUX J., 1993)

VI- NORMES DE POTABILITE DES EAUX:

Les normes de potabilité sont l'ensemble des critères organoleptiques, physiques, chimiques toxiques, éléments indésirables et bactériologiques que doit respecter une eau pour pouvoir être offerte à la consommation humaine. (HUBERT P., MARIN M., 2001)

Ces normes prévoient deux valeurs pour les paramètres déterminées de la manière quantitative :

- Concentration acceptable.

- Concentration maximale admissible.

VI-1 Les facteurs organoleptiques:

Les déterminations de la turbidité, de la couleur, de l'odeur et de la saveur ne font pas toujours appel à des techniques très rigoureuses ; elles n'en sont pas moins importantes parce que l'altération des caractéristiques organoleptiques des eaux est à l'origine de la quasi-totalité des plaintes des consommateurs. (BONTOUX J., 1993)

VI-1-1 La couleur:

La coloration d'une eau est dite vraie ou réelle lorsqu'elle est due aux seules substances en solution. Elle est dite apparente quand les substances en suspension y ajoutent leur propre coloration. Les couleurs réelle et apparente sont approximativement identiques dans l'eau claire et les eaux de faible turbidité. (RODIER J., 2005)

VI-1-2 odeur et saveur:

Elles sont dues généralement à la présence dans l'eau des organismes vivants qui ont vécu en contact de celle-ci, algues et champignons. (DEGREMENT G., 1972)

En effet, toute odeur est un signe de pollution ou de la présence de matières organiques en décomposition dont le sens olfactif peut seul, dans une certaine mesure, déceler.

Les testes de l'odeur et la saveur ne constituent pas une mesure mais une appréciation, et ceux-ci ont donc un caractère personnel. (RODIER J., 2005)

VI-1-3 La turbidité:

La mesure de la turbidité permet de préciser les informations visuelles sur l'eau. (GERARD P., 2004) La turbidité d'une eau dépend de la présence de corpuscules en suspension, grains minéraux ou organismes divers, qui doivent avoir une certaine taille et être en nombre suffisant pour qu'un trouble puisse être décelé. (VAILLANT J.R. 1973)

VI-2 Les facteurs physico-chimiques:

VI-2-1 La conductivité:

La conductivité mesure la capacité de l'eau à conduire le courant entre deux électrodes. La plupart des matières dissoutes dans l'eau se trouvent sous forme d'ions chargés électriquement. La mesure de la conductivité permet donc d'apprécier la quantité de sels dissous dans l'eau. (GERARD P., 2004)

Le résultat est donné en micro Siemens par centimètres ($\mu\text{S}/\text{cm}$). La réglementation propose une valeur guide, et non impérative, de $400\mu\text{S}/\text{cm}$ à 20°C et ses variations donnent des informations importantes sur l'évolution de la qualité de l'eau. (BONTOUX J., 1993)

VI-2-2 Le pH:

Le pH (potentiel hydrogène) mesure la concentration en ions H^+ de l'eau. Il traduit ainsi la balance entre acide et base sur une échelle de 0 à 14. "7" étant le pH de neutralité. Ce paramètre caractérise un grand nombre d'équilibre physico-chimique et dépend de facteurs multiples, dont l'origine de l'eau. (GERARD P., 2004)

La réglementation Algérienne précise que le pH de l'eau potable doit être compris entre 6.5-8.5.

VI-2-3 La température:

Il est important de connaître la température de l'eau avec une bonne précision. En effet, celle-ci joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la dissociation des sels dissous donc sur la conductivité électrique et dans la détermination du pH. (RODIER J., 2005)

Une température dépassant les 15°C favorise le développement des microorganismes dans les canalisations en même temps qu'elle puisse intensifier les odeurs et les saveurs. Par contre, une température inférieure à 10°C ralentit les réactions chimiques dans les différents traitements des eaux.

VI-2-4 Les résidus secs:

La détermination des résidus permet d'estimer la teneur en matières dissoutes et en suspension d'une eau. (RODIER J., 2005)

La valeur limite en résidu sec dans l'eau destinée à la consommation humaine et fixée à 100°C à 2000 mg/L. (NORME DE POTABILITE ALGERIENNE., 1992)

VI-2-5 La minéralisation globale:

La minéralisation c'est le contenu des eaux en sels minéraux dissous. (HUBERT P., MARIN M., 2001)

Elle est en fonction de la géologie des terrains traversés. D'une façon générale, elle est plus élevée dans les eaux souterraines que dans les eaux superficielles. (RODIER J., 2009)

La minéralisation totale d'une eau de boisson est de l'ordre de quelques centaines de milligrammes par litre. (BONTOUX J., 1993)

VI-2-6 Matières organique dissoutes:

Il est inévitable de rencontrer des produits du métabolisme, solubles dans l'eau, dans toutes les réserves d'eau, étant donné le fait que la matière organique couvre une partie importante du sol. Beaucoup d'eau ont une couleur jaunâtre ou proche de celle du thé, cette teinte est due à la pourriture végétale emportée depuis le bassin hydraulique par le ruissellement des eaux. Ces matériaux organiques sont d'une façon générale classés comme des substances humiques. (FRANK N.K., 1984)

VI-2-7 Matières en suspension:

Elles représentent les matières qui ne sont ni à l'état soluble ni à l'état colloïdal, donc retenues par un filtre. Les matières en suspension, qui comportent des matières organique et minérales, constituent un paramètre important qui marque bien le degré de pollution de l'eau. (SATIN M., SELMI B., 1999)

La présence des matières en suspension augmente la turbidité de l'eau et diminue sa transparence. (RODIER J., 2009)

VI-2-8 Dureté totale:

C'est une qualité particulière de l'eau due à la présence de bicarbonates, de chlorures, et de sulfates de calcium et de magnésium, détectée principalement par le fait qu'elle empêche plus au moins l'eau savonneuse de mousser. (MERCCEL F., 1986)

Il est un indicateur de la minéralisation de l'eau. L'eau dure n'a pas d'effet nocif sur la santé mais la formation de calcaire peut générer des désagréments matériels (entartrage notamment).

VI-2-9 Alcalinité:

Il n'est pas facile de faire distinguer l'alcalinité d'une eau et le pH, ces deux notions sont très différentes bien que liées, le pH est une mesure de l'intensité et l'alcalinité est une mesure de la capacité à absorber de protons H^+ . (DEFRANCESCHI M., 1996)

Dans l'eau, elle correspond à la présence d'hydrogénocarbonates (HCO_3^-), de carbonates (CO_3^{2-}), d'ions d'hydroxyde (OH^-) et d'une façon limitée aux ions silicates ($H_2SiO_3^-$). (RODIER J., 2005)

VI-2-10 Les sels minéraux dissouts:

VI-2-10-1 Les cations:

a. L'ion Calcium:

Origine généralement naturelle (dissolution du calcaire, du gypse); teneur variable de 1 à 200mg /L Ca en eau douce. Le calcium est le composé principal de la dureté de l'eau. (GANJOUS D., 1989)

Le calcium est l'élément minéral le plus abondant de l'organisme, 1000 à 1500g chez l'adulte. Il joue un rôle extrêmement important dans la conduction neuromusculaire, la coagulation, la perméabilité des membranes cellulaires, l'activité de certains enzymes, l'action de nombreuses hormones et le fonctionnement du muscle cardiaque. (CAMPAGNE F., 2000)

b. L'ion Magnésium :

Origine naturelle (dissolution des roches : magnésites, basaltes, argiles) ; en eau douce, les concentrations en Mg sont inférieures à Ca. (GANJOUS D., 1989)

Le magnésium a un rôle physiologique important que viennent confirmer les troubles dus à sa carence. Chez l'homme adulte sa quantité est de 30g environ. (CAMPAGNE F., 2000)

c. L'ion Potassium :

Métal alcalin très répandu dans la nature sous forme de sels et qui joue un rôle important dans l'équilibre électrolytique de l'organisme. Le potassium est étroitement rattaché au sodium à tel point qu'il est rarement analysé comme un constituant à part dans les analyses d'eaux. (FRANK N.K., 1984)

a. L'ion Sodium:

C'est un élément constituant de l'eau, toute fois les concentrations peuvent être extrêmement variables allant de quelques dizaines de milligrammes à 500 mg/L. (RODIER J., 2005)

Le sodium est l'élément prépondérant dans le sang et dans les liquides extracellulaires du corps. (JACOTOT B., CLAUDE J., 1992)

b. L'ion Ammonium:

Dans l'eau, l'azote réduit soluble se retrouve sous deux formes : l'ion ammonium (NH_4^+) et la forme non dissociée communément appelée ammoniaque (NH_3). Ces deux formes traduisent un équilibre acido-basique. (GANJOUS D., 1989)

Le gaz d'ammoniaque est extrêmement soluble dans l'eau, il réagit avec l'eau pour produire l'hydroxyde d'ammonium. (FRANK N.K., 1984)

**c. L'ion Aluminium:**

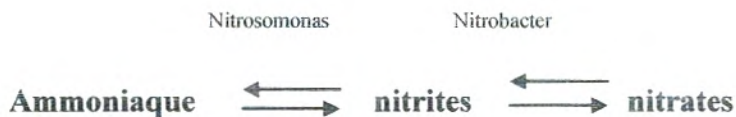
L'aluminium constitue un fort pourcentage de la croûte terrestre en tant que composé ordinaire d'une large variété de minéraux et d'argile. (CHAPPUIS P., 1991)

L'aluminium est un paramètre particulier. Sa présence dans l'eau n'est pas toujours seulement d'origine naturelle, les traitements de potabilisation peuvent y contribuer ; il peut aussi être lié à des contaminations industrielles où bien à une lixiviation des sols amplifiées par une acidification des eaux. La limite de concentration fixée pour la potabilité d'une eau est de 0.2 mg/L d'aluminium total. (BONTOUX J., 1993)

VI-2-10-2 Les anions:

a. Les Nitrates et Nitrites:

Dans l'ensemble du cortège azoté figurant dans une analyse de l'eau, seuls les nitrates et les nitrites sont à considérer sur le plan toxicologique. (BONTOUX J., 1993) les nitrates constituent le stade final de l'oxydation de l'azote organique. (HUBERT P. et al, 2001). Ils sont extrêmement solubles ; ils pénètrent le sol et les eaux souterraines ou se déversent dans les cours d'eau par ruissellement .Ils constituent l'une des causes majeures de la dégradation des eaux à long terme. (C.I.EAU., 2003)



La concentration du nitrate est limitée par les normes standards fixées pour l'eau potable à 50 mg /L. (FRANK N.K., 1984)

b. Les Phosphates:

Le phosphate est un sel oxydé parfois hydraté de phosphore. Les composants du phosphate sont largement utilisés comme engrais et détergents ; il est donc fréquent de trouver du phosphate dans les eaux de ruissellement agricoles avec des concentrations aussi élevées. Il est souvent la cause de l'eutrophisation des plans d'eau. (FRANK N.K., 1984)

c. Les Sulfates:

Le sulfate qui est dissout dans l'eau provient de certains minéraux, en particulier du gypse, ou apparaît à partir de l'oxydation de minéraux sulfureux .La teneur normale est de 5-200 mg /L. La limite supérieure admise dans l'eau potable est de 250 mg/L établie selon le goût et selon son effet purgatif. (FRANK N.K., 1984)

d. Les Chlorures:

Le chlorure (Cl⁻) est un ion négatif du chlore (Cl); cet élément est très abondant dans l'environnement. Il est présent dans l'eau, le sol, les roches, ainsi que dans de nombreux aliments. (NOVA SCOTIA., 2008)

La concentration maximale admissible des chlorures dans l'eau destinée à la consommation humaine: 500 mg/L. (NORME DE POTABILITE ALGERIENNE., 1992)

VI-3 Les oligo-éléments et les minéraux toxiques:

Les oligo-éléments sont toujours présents dans l'eau, dans des quantités très faibles. Leur présence est généralement indispensable au développement des êtres vivants, et leur absence peut entraîner des carences. A plus forte concentration, ils deviennent toxiques.

La plupart sont désignés comme " métaux lourd ", bien que tous ne soient pas des métaux ; ces éléments sont soumis à des normes, particulièrement de l'eau potable. (GANJOUS D., 1989)

VI-3-1 Le Fer:

Le fer se rencontre dans l'eau sous différentes formes .On trouve du fer dans les roches éruptives et dans les minéraux argileux. En l'absence d'oxygène, le fer est entièrement soluble à l'état réduit.

Lorsqu'on l'oxyde dans une zone de pH de 7-8,5, le fer devient complètement soluble et sa concentration peut pratiquement se réduire à moins de 0,3 mg/L, ce qui est la teneur maximale admise pour l'eau potable. (FRANK N.K., 1984)

VI-3-2 Le Plomb:

Le plomb est un toxique, il est quasiment inexistant dans l'eau à l'état naturel .Sa présence éventuellement ne peut provenir que de la corrosion des canalisations de distribution d'eau.

Le plomb ne joue aucun rôle biologique .Sa présence dans notre organisme peut même, à partir de certaines doses, provoquer des troubles de santé.

Les normes limitent la teneur en plomb de l'eau de robinet par 50 µg/L. (C.I.EAU., 2003)

VI-3-3 Le Cadmium:

Le cadmium est naturellement assez rare dans l'environnement où on le trouve souvent associé au zinc.

Les déchets industriels et les ordures managers sont les principales sources de pollution par le cadmium, élément qui circule dans les eaux et les sols avec grande facilité .Sa très nette toxicité se manifeste particulièrement par des atteintes rénales. (BONTOUX J., 1993)

VI-4- Etude bactériologique:

Une eau potable ne doit pas contenir d'organismes pathogènes, tout au moins en quantité susceptible de provoquer une contamination même chez les personnes les plus sensibles. (BONTOUX J., 1993)

Les directives et normes appropriées aux eaux d'alimentation visent à déterminé d'une manière globale la qualité bactériologique de ces eaux en tenant compte uniquement de l'indicateur fécal : *Escherichia coli*, Coliformes et Streptocoques. (BOURGEOIS C.M., 1991)

VI-4-1 Les germes totaux:

Ce sont des germes qui se développent dans des conditions aérobies. Leur présence est indicatrice de pollution bactérienne. Leur dénombrement donne une information sur la qualité hygiénique de l'eau destinée à la consommation humaine. (BOURGEOIS C.M., 1991)

VI-4-2 Les coliformes:

Les coliformes sont des bacilles Gram négatif, non sporulés, oxydase (-), aérobies ou anaérobies facultatifs, capables de fermenter le lactose avec production d'acide et de gaz en 48 h à une température de 35-37°C. (HASLAY G., LECLERC H., 1993)

❖ *Escherichia coli* :

C'est l'une des espèces bactériennes les plus souvent rencontrées en pathologie humaine. Certaines souches d'*E. coli* sont virulentes.

Ce sont des bacilles Gram négatif, oxydase (-), aéro-anaérobies, possédant la nitrate réductase et fermentent le glucose. Elles sont prototrophes. (HASLAY G., LECLERC H., 1993)

VI-4-3 Les Streptocoques fécaux :

Les Streptocoques sont des cocci Gram positives, en chaînettes, catalase négative, ils sont caractérisés par leur appartenance au groupe sérologique D de Lancefield.

Les Streptocoques fécaux sont utilisés depuis longtemps comme indicateurs de pollution fécale dans les eaux. (BOURGEOIS C.M., MEXELE., 1996)

VI-4-4 Les Clostridium sulfito-réducteur:

Ces bactéries appartiennent à la famille des Bacillaceae, ce sont des bacilles Gram positives, anaérobies strictes, isolés ou en chaînettes, mobiles, catalase positifs, réduisent le sulfite de sodium en sulfure.

La forme sporulée des Clostridium sulfito –réducteurs, beaucoup plus résistante que les formes végétatives, permettrait aussi de déceler une pollution fécale ancienne ou intermittente. (BOURGEOIS C.M., 1991)

VI-4-5 Les Salmonelles:

Les salmonella sont des bacilles à Gram négatif, appartenant à la famille des Entérobactéries. Avec ces dernières, elles ont en commun le pouvoir de fermenter le glucose, de réduire les nitrates en nitrites et d'être dépourvues d'oxydase. (LEYRAL G., VIERLING E., 2001)

VI-4-6 Les Vibrio-cholériques:

Ce sont des bacilles Gram négatif, mobiles à l'état frais aéro-anaérobies facultatif, réduisent les nitrates en nitrites, fermentent les glucides et donnent une réaction d'oxydase positive.

Les souches bactériennes responsables du choléra sont transmises par voie orale à partir d'eau ou d'aliment contaminé. (AVRIL J.L.et al, 2000)

ETUDE DU MILIEU

CHAPITRE IV :

I- PRESENTATION DE L'USINE:

I-1 Historique:

Le complexe de transformations de maïs de Maghnia a été initié dans le cadre du second plan quadriennal 1970 par l'ex-Société Nationale des Industries Chimiques (SNIC). Il était destiné dès sa mise en exploitation, à couvrir les besoins du pays en amidon, sirops de glucose et de dextrines. Sa réalisation a été confiée à un consortium Allemand regroupant quatre grandes sociétés :

- KLOCKNER chef de file assurant les services généraux et la coordination
- STARCOSA fournisseur d'équipement
- B.U.M travaux de génie civil
- M.I.A.G construction des silos

Après une période de construction de presque 3 ans (entre 1975 et 1978), la mise en production industrielle de complexe a lieu vers la mi 1980, le complexe est réceptionné définitivement en Juillet 1982.

En janvier 1983 le complexe a été rattaché à L'ERAD de SIDI BEL ABBEES dans le cadre de la restructuration des entreprises du secteur public et puis il est devenu EPE, puis SPA régie par le code du commerce lors de la restructuration des entreprises. À la fin des années 1998 ce complexe a été dénommé MAISERIE DE LA TAFNA doté d'un capital de 60 millions de dinars qu'elle détient en totalité. Au début de l'année 2005, l'Amidonnerie de Maghnia, dans le cadre de la privatisation totale des entreprises publiques économiques décidée par les pouvoirs publics rejoint le Groupe METIDJI.

Entre l'année 2010 et 2011 une modération et rénovation de la Maïserie a été entreprise, rénovation technologique des équipements suivant les nouvelles technologies (l'automatisme)

I-2 Situation géographique:

L'unité d'amidonnerie est édifiée sur un site surplombant la ville de MEGHNIA en bordure de la route de SEBDOU un terrain de 10 Hectares sert d'assiette aux bâtiments de production aux divers bâtiments annexes et notamment les silos de maïs, les entrepôts, les bâtiments administratif et social.

I-3 Activité de l'usine et leur organigramme:

I-3-1 Activité de l'usine:

L'entreprise Maïserie de la TAFNA –SPA développe une activité industrielle. Le complexe est doté d'une technologie de transformation de maïs par voie humide. Il produit de l'amidon, du sirop de glucose, des dextrans et des coproduits (gluten, son).

Cette unité est unique dans l'Afrique dans son genre elle jouit d'une grande notoriété sur le territoire national et international.

I-3-2 L'organigramme:

Voir Annexe III

I-4 Infrastructure :

1	Poste de garde	80 m ²
2	Administration	375 m ²
2ab	Social et cantine	750 m ²
3	Silos	674.66 m ²
4	Amidonnerie et glucoserie	2343.75 m ²
5	Stockage produit fini	1406.25 m ²
7 8-9	Maintenances	937.5 m ²
10	Dextrinerie	156.25 m ²
11	Chaudières	312.5 m ²
15	Tours frigorifiques	69 m ²
12a	Utilité (traitement d'eau)	54.95m ²
20	Postes électriques	31.05 m ²

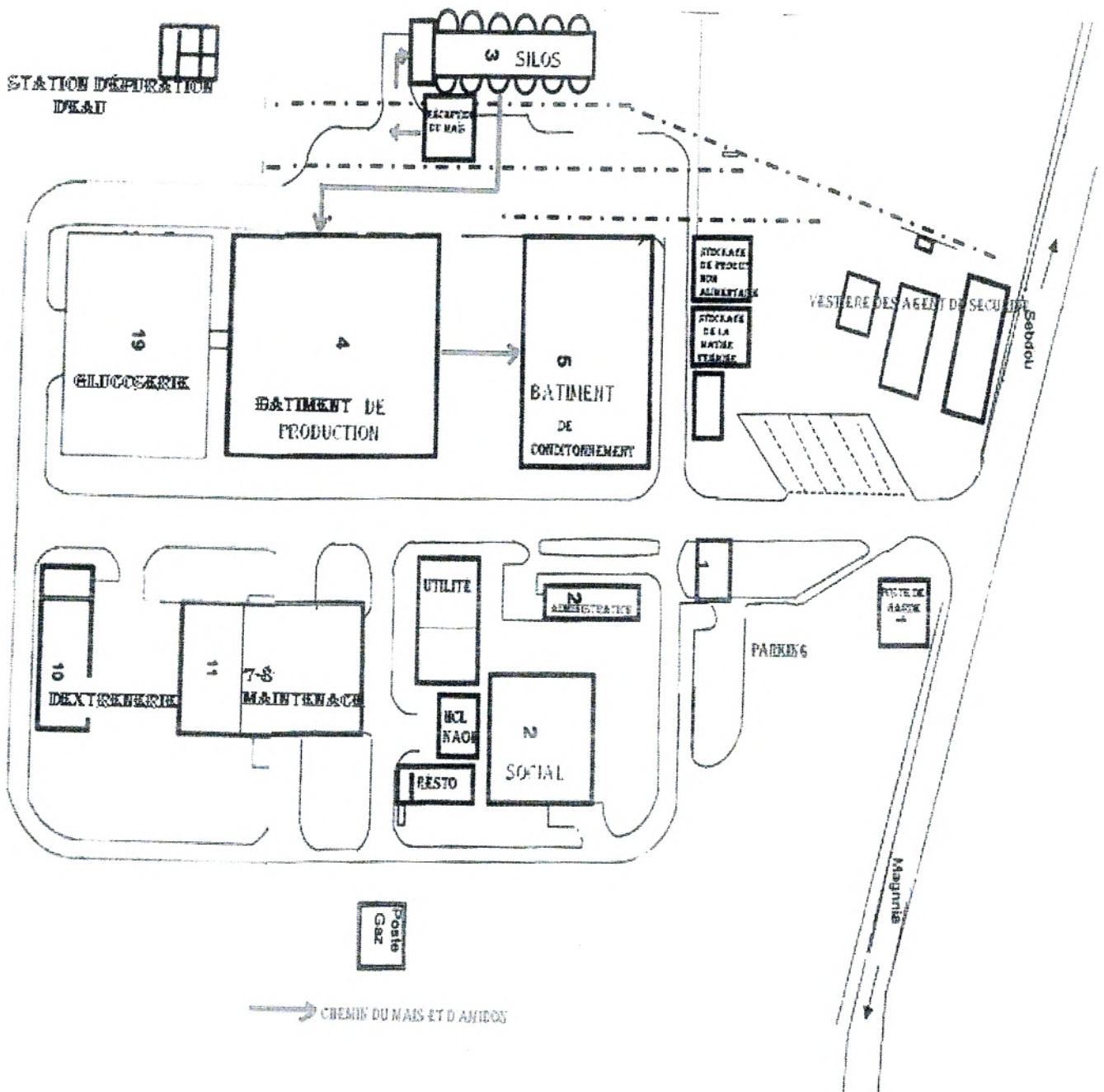


Figure 09: Plan de l'unité

I-5 Bâtiments de l'unité:

Elle est composée de plusieurs bâtiments qui sont nommés par des chiffres

- Bâtiment 1 composé de 2 postes de garde ;
- Bâtiment 2 composé de :
 - Une administration :
 - Bureau du directeur ;
 - Bureau du conseiller ;
 - Bureau de commerce ;
 - Bureau d'informatique social.
- Bâtiment 3 du stockage d'amidon (12 silos) ;
- Bâtiment 4 de production composé de plusieurs compartiments :
 - Compartiment de trempage ;
 - Compartiment de broyage ;
 - Compartiment de séparation ;
 - Compartiment de stockage du lait d'amidon ;
 - Compartiment de séchage et déshydratation d'amidon ;
 - Compartiment de séchage du fourrage ;
 - Compartiment de stockage et séchage du gluten ;
- Laboratoire qui comporte 2 sections :
 - Section d'analyses physicochimiques
- Bâtiment 5 du conditionnement d'amidon et du gluten ;
- Bâtiment 7 maintenance et magasin comporte :
 - Service maintenance ;
 - Service de magasin central.
- Bâtiment 9 de l'utilité où s'effectue le traitement des eaux, il est composé de :
 - Réservoir d'eau surélevée ;
 - Réservoir d'eau de terre ;
 - 2 citernes d'eau traitée ;
 - 6 bacs de traitement d'eau par filtration par sable ;

- 4 bacs de traitement d'eau par résine qui contient des anions ;
- 4 bacs de traitement d'eau par résine qui contient des cations.

II- OUTILS DE PRODUCTION:

Le complexe, par sa production, met sur le marché divers produits et coproduits agro-alimentaire pouvant servir à différents usages industriels et domestiques.

II- 1 Principaux produits:

- l'amidon.
- Le sirop de glucose
- des dextrines.

L'amidon: est utilisé notamment dans les industries alimentaires, textiles, papetières et des cosmétiques, mais aussi dans celles pharmaceutiques et pétrolières.

Le sirop de glucose: entre dans la fabrication des confiseries et des pâtisseries, les sirops et nappages, les boissons et liqueurs, les glaces et crèmes glacées, les préparations à base de fruits, et dans l'industrie Pharmaceutique.

Les dextrines: interviennent dans la fabrication de colles, du papier et du carton, des rubans adhésifs, des enduits, peintures et encres ainsi que pour la réalisation des forages pétroliers.

II-2 Les coproduits:

- Le gluten,
- Le fourrage.

Le gluten: riche en protéines, est intégré comme complément dans les aliments du bétail et peut être incorporé dans les pâtes alimentaires et les condiments.

Le fourrage: composé des résidus de la trituration du maïs, est, tel le gluten, destiné à l'alimentation animale.

Tous ces produits et co-produits sont conditionnés et livrés en sacs de papier kraft multiplies de 25 **Kg** (amidon) et 25 **kg** (dextrines et gluten) ou en citerne (vrac) et fûts métalliques traités de 300 **kg** net.

Cette production du complexe de transformation de Maghnia trouve sur le territoire national une large utilisation, qui laisse présumer d'un débouché, d'autant que d'autres utilisations restent possibles dans d'autres domaines d'activité : bières, produits laitiers, confitures et gelées, des savons, des cuirs, etc.

II-3 Capacité de production:

La production dure toute l'année, 03 équipes qui se succèdent formant ainsi une boucle de 3/8.

- 1^{ère} équipe de 06h à 14 :00h
- 2^{ème} équipe de 14 :00h à 22 :00h
- 3^{ème} équipe de 22 :00h à 06 :00h

La capacité maximale de trituration du complexe est de 200 Tonnes par jour de maïs pour produire :

- Amidon +dextrine : 52T en matière sèche
- Gluten : 8,7 T en matière sèche
- Glucose : 58 .1 T en matière sèche
- Germe : 11,5 T en matière sèche

II-4 Consommation de la maïserie:

Le tableau 07 montre la consommation moyenne des différents produits et matières premières dans la maïserie pendant l'année 2013.

Tableau 07: les consommations de la Maïserie durant l'année 2013

Désignation	Unité	Consommation
Maïs	Tonnes	23000
Soufre	Tonnes	15
Electricité	K.W	4906356
Gaz	n/m(nominale par m)	2422668
Eau Potable	m ³	360000
Eau Déminéralisée	m ³	36000
Eau de Process	m ³	324000
Javel	Tonnes	12
HCL	Tonnes	100
NaOH	Tonne	35
Carbonate	Tonnes	15
Bisulfite	Tonnes	0,230
Sulfite	Tonnes	0,210
Phosphate	Tonnes	0,580
Futs de glucose	Pièces	14000
Sacs de 25 Kg en kraft	Pièces	500000
Sacs pour Son	Pièces	150000
Etiquette	Etiquettes	58000
Fil à coudre	Kg	40

III- TRAITEMENT DES EAUX AU NIVEAU DE L'USINE:**III-1 Service utilité:**

L'alimentation en eaux des usines peut être diverse : forage, puits, réseau industriel, réseau urbaine. Dans tous les cas les eaux entrent dans l'usine avec des propriétés qui leur sont propres: pH, TH, TA, TAC.....autant de paramètres définissant les qualités d'une eau, et qu'il est nécessaire de modifier suivant les applications souhaitées

Dans notre étude l'usine est alimentée par de l'eau du réservoir urbain de l'ADE, cette eau provient de la station de dessalement de Souk Tlata. La qualité physico-chimique de deux échantillons de cette eau est présentée dans le tableau ci-dessous.

Tableau 08: Qualité physico-chimique de l'eau traitée par la station de dessalement

Les paramètres	Les normes du contrat	L'eau traitée 29/03/2014 20:30	L'eau traitée 30/03/2014 14:30 hrs
Alcalinité totale mg/l CaCO_3	50 - 80 mg/L as CaCO_3	62	65
Dureté totale mg/L CaCO_3	> 65 mg/L as CaCO_3	78	86
Bore mg/L	< 1.3 mg/L at $\leq 24^\circ\text{C}$	1,151	1,121
pH et Température	7.5 - 8.5	8,35 @ $18,3^\circ\text{C}$	8,39 @ $18,2^\circ\text{C}$
Solides totales dissout mg/L	150 - 550 mg/L	486	470
Indice de Langelier	0.0 - 0.4	0,1	0,2
conductivité $\mu\text{S}/\text{cm}$	-	952 @ $18,3^\circ\text{C}$	921 @ $18,3^\circ\text{C}$
Calcium (mg/L)		29,440	31,060
Sodium (mg/L)	200 mg/L	150,30	150,01
Potassium (mg/L)	-	5,640	5,530
Magnésium (mg/L)	-	1,000	1,940
Bicarbonate (mg HCO_3^-/L)	-	76,01	78,85
Carbonate (CO_3^{2-} as mg CaCO_3/L)	-	1,200	1,090
Bromate (BrO_3^-)	< 25 ppb	< 10	< 10
Chlorure (mg/L)	250 mg/L	244,890	241,050
Nitrite (mg/L)	3 mg/L	< 0,5	< 0,5

Nitrate (mg/L)	50 mg/L	< 0,5	< 0,5
Sulfate (mg/L)	-	4,450	3,450
chlore libre (lab) mg/L	-	0,35	0,4
Turbidité (NTU)	-	0,39	0,51

❖ Rôle de l'utilité:

Cette utilité sert à la fabrication de la vapeur alimentaire. Le traitement et le conditionnement de l'eau d'aliment de chaudière doit satisfaire les trois objectifs principaux :

- 1- L'échangeur continu de chaleur ;
- 2- La protection à la corrosion ;
- 3- la production de haute qualité de vapeur.

III-1-1 Procédure de Traitement:

III-1-1-1 Traitement externe:

Le traitement externe est la réduction ou l'élimination des impuretés de l'eau hors des chaudières. En général, le traitement externe est utilisé quand la quantité de telle ou telle impureté de l'eau d'alimentation est trop élevée pour être tolérée par le système de chaudière en question. (ANNONYM LENNTECH B., 1998)

- Description de l'installation:

L'installation est composé de:

- Unité de filtration.
- Unité de déminéralisation avec un système de régénérateur.
- Unité de neutralisation.

❖ Unité de filtration:

L'installation de traitement d'eau est alimentée par l'eau brute en provenance de deux réservoirs, un ancien avec une capacité de 500 m³ et un nouveau avec une capacité de 3000 m³.

A l'entrée du filtre à sable, du chlorure ferrique 40% est dosé dans le courant d'eau brute par les pompes doseuses. Les colloïdes sont déchargés et forment un précipité.

Les filtres à sable servent à la filtration continue de l'eau brute. Le filtrat produit est utilisé par l'alimentation de l'installation de déminéralisation totale en amont.

Dans les filtres, l'eau est filtrée en profondeur. Les matières flocculées (flocon) sont retenues par adsorption par la couche filtrante. (LABORATOIRE CHRIST., 1988)

❖ **Unité de déminéralisation et régénération:**

L'unité de déminéralisation totale est constituée de deux chaînes travaillant alternativement. Chaque chaînes est elle-même formée de deux lignes composées de :

- 2 colonnes cationiques fortes
- 1 éliminateur de CO₂ avec groupe d'électropompes de reprise.
- 2 colonnes anioniques fortes et faibles.
- 2 stations de régénération.

L'eau filtrée passe par l'échangeur cationique de haut en bas. Tous les cations (Na⁺, Mg²⁺, Ca²⁺) sont échangés contre les ions hydrogènes de la résine cationique. C'est pourquoi l'eau décationisée à la sortie du filtre cationique est faiblement acide.

La teneur en CO₂ est réduite dans le dégazeur par dispersion du courant d'eau sur les anneaux Raschig. L'air du ventilateur passe dans la tour à contre-courant de bas en haut s'enrichit avec le CO₂.

Le niveau dans le bassin de dégazage est réglé par un dispositif de réglage pneumatique. Les groupes électropompes augmentent la pression de l'eau décationisée-décarbonatée.

L'eau passe par les échangeurs anioniques de haut en bas. Tous les anions (HCO₃⁻, SO₄²⁺, Cl⁻, SiO₃²⁺, NO₃⁻) sont échangés contre des ions hydroxydes de la résine anionique.

La qualité de l'eau totalement déminéralisée à la sortie de chaque colonne anionique est surveillée par des sondes de conductivité. (LABORATOIRE CHRIST., 1988)

Dès que la conductivité de l'eau pure mesurée en continu atteint la valeur de consigne réglée, l'alternance d'une chaîne à l'autre s'effectue automatiquement. Le cycle de régénération de la chaîne épuisée est déclenché sur le tableau de commande et se déroule automatiquement.

La régénération de la colonne cationique et anionique est effectuée en même temps. Les échangeurs cationiques et anioniques sont rincés à contre courant, l'échangeur cationique avec de l'eau filtrée, l'échangeur anionique avec de l'eau déminéralisée.

La colonne cationique est normalement régénérée à contre courant avec l'acide chlorhydrique dilué, et exceptionnellement avec de l'acide sulfurique. La colonne anionique est régénérée avec de la soude caustique diluée. (LABORATOIRE CHRIST., 1988)

❖ **Unité de Neutralisation:**

Les eaux usées acides ou alcalines sont collectées dans le bassin de neutralisation.

Après déclenchement de neutralisation du HCL 15 % ou NaOH 15 % est dosé dans les eaux usées jusqu'à ce que le pH soit dans les limites prescrites par la protection des eaux. La neutralisation augmente légèrement la salinité des eaux usées. L'eau déminéralisée est stockée dans deux réservoirs avec une capacité de 100 m³.

Remarque:

L'eau déminéralisée sortant de la station est additionnée d'eau brute pour l'utilisation dans divers procédés technologiques (amidonnerie, glucoserie et annexe).

La teneur en chlorure pour une conductivité donnée par l'addition d'eau brute sert de base. Les valeurs restantes peuvent fortement fluctuer selon la composition de l'eau brute et le pourcentage d'addition d'eau de mélange. (LABORATOIRE CHRIT., 1988)

II-1-1 -2- Traitement interne:

Le traitement interne consiste à améliorer la composition chimique de l'eau dans la chaudière par addition de produit chimique. Il consiste à conditionner n'importe quelle matière en suspension telle les boues de dureté ou l'oxyde de fer dans les chaudières et les rendre non adhérentes au métal de chaudière; puis assurer une protection anti-moussage pour maintenir une concentration raisonnable en solide dissous et en suspension dans la chaudière sans risque de primage. Enfin, il consiste à éliminer l'oxygène de l'eau et assurer une alcalinité suffisante pour empêcher la corrosion dans la chaudière. (DEGREMENT., 1991)

Le système étudié utilise deux composés chimiques : sulfite et phosphate.

- **Rôle de sulfite:**

Les sulfites de sodium sont assez fréquemment utilisés dans l'industrie comme antiseptique et anti-oxygène pour la prévention de la corrosion, particulièrement des eaux de refroidissement et de chaudières. (RODIER J., 2009)

III-2- STEP : Station de traitement des eaux polluées:

Les eaux usées industrielle sont les déchets liquides obtenues lors de l'extraction et de la transformation des matières premières en produits industriels, ainsi que lors de l'utilisation de ces produits pour la fabrication d'article de consommation. (DEGREMENT G., 1989)

Le complexe a une station d'épuration qui a comme rôle d'épurer l'eau des déchets de la production avant de les jeter dans la nature et exactement dans le barrage de Boughrara.

Dans cette station, les eaux évacuées avec ses déchets sont décantées par un passage sur 3 bacs de flottation, les déchets sont raclés automatiquement, desséchés et utilisés comme fertilisants pour l'agriculture.

Le complexe n'est pas d'effets néfastes sur l'air car il rejette que des vapeurs utilisées dans la déshydratation d'amidon. Une odeur forte est sentie au voisinage du complexe, elle est due au trempage du maïs.

IV - PROCESSUS TECHNOLOGIQUE DE LA TRANSFORMATION DE MAÏS :

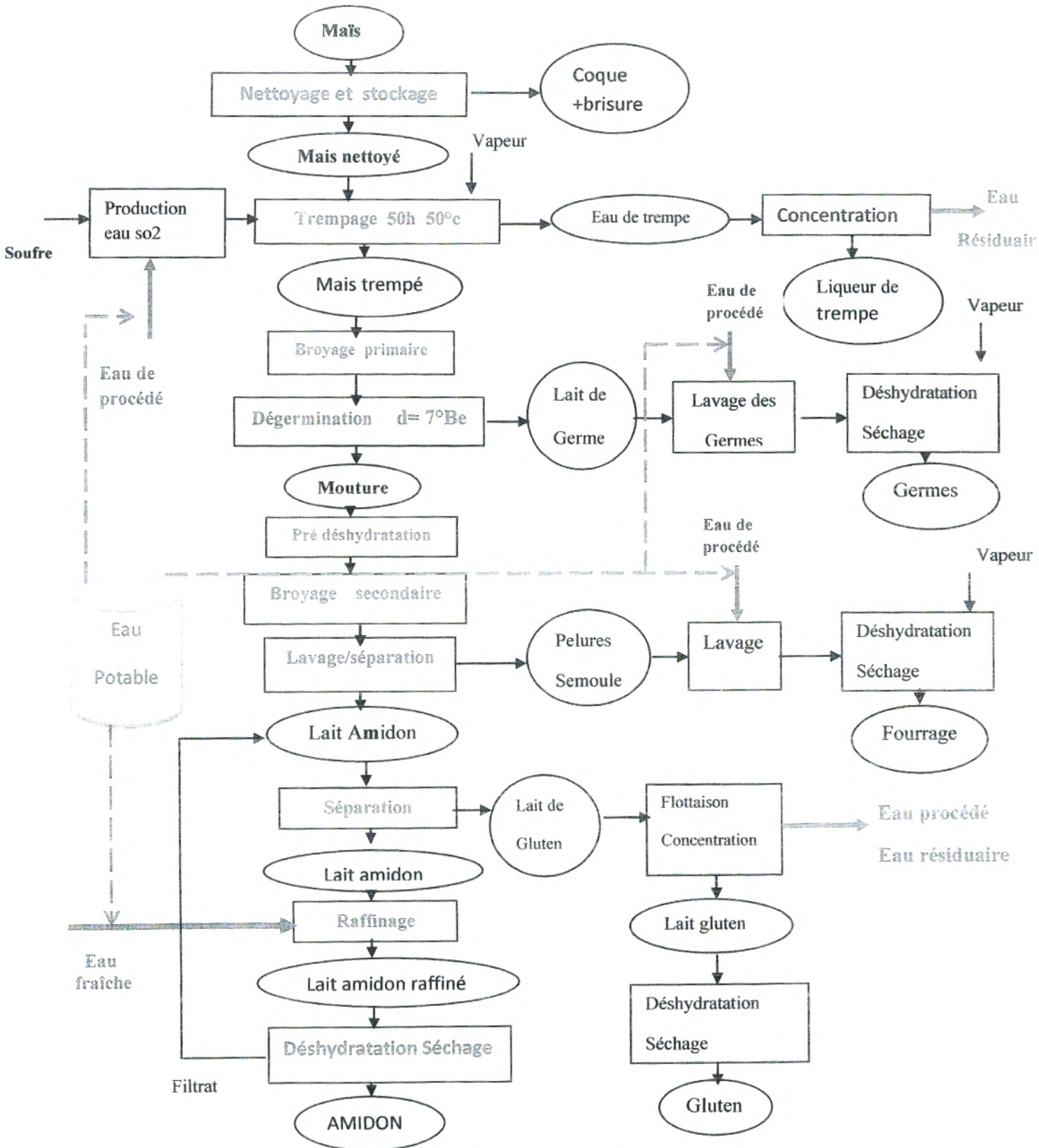


Figure 10: Process de Fabrication- Amidonnerie

IV-1 Stockage et nettoyage du maïs:

Le stockage de maïs se fait dans des silos de 1000 tonnes de capacité de stockage (12 silos /12000 tonnes) construits en béton armé. Au niveau de ces silos se trouvent des tamis qui vont nettoyer le maïs de la coque et brisure.

Le transport du maïs vers l'unité de production se fait par un système hydraulique, le maïs est nettoyé dans un bac désableur rempli d'eau de trempage légère à 0,08% de soufre (eau et le soufre). Des particules lourdes, comme par exemple : le sable se dépose au fond du bac. Des particules plus grandes, par exemple : des pierres, s'accumulent sur la grille de ce bac. La pompe achemine le maïs et l'eau de trempage alimentée tangentiellement à travers un conduit annulaire en inox vers la production.

IV-2 Trempage du maïs:

Le trempage se fait dans 8 bacs en inox dans de l'eau soufrée à concentration de 0,20 à 0,25% de SO₂, il doit durer de 50h à 72h à température de 50°C.

Pour la production d'eau soufrée le soufre est brûlé et le gaz SO₂ généré est dissout dans l'eau. (KREMSA K., 2011)

Les objectifs d'un bon trempage sont les suivants :

- 1- Le grain de maïs doit être trempé à tel point que son germe se détache facilement et sans blessures lors du broyage grossier (dans le dégermeur).
- 2- Association amidon –protéines est affaiblie ce qui est nécessaire pour la séparation ultérieure de l'amidon et du gluten.
- 3- La plus grande partie des matières solubles, surtout protéines et corps minéraux, sont extraits du grain de maïs et doivent passer dans l'eau de trempage dans le but de réduire la proportion de protéines solubles dans l'amidon fini. (KERR R.W., 1950)

L'eau de trempage est réglé, lorsqu'il atteint une densité de 4°B (Baumé), il est transporté dans une cuve d'où il est pompé à la station de concentration, il va être concentré à 80°C jusqu'à atteindre 50 % de la matière sèche pour obtenir la liqueur de trempage qui est ajoutée aux déchets comme aliment de bétail.

IV-3 Broyage grossier:

Au cours du broyage le maïs va se couper en deux sans casser les germes il est fait dans des broyeurs à hélice dentée.

Le maïs doit être trempé dans des conditions optimales pour pouvoir être égermé de façon adéquate, il ne suffit pas que les germes soient mouillés mais ils doivent être trempé à fond pour que le germe crée une si grande élasticité qu'il peut être brisé. (KREMSA K., 2011)

IV-4 Dégermage et lavage:

- **Dégermage :**

Les pré-broyeurs font éclater la plupart des grains de maïs pour dégager les germes. Aucun germe ne doit être détruit pout éviter la libération d'huile parce que ceci entrainerait des problèmes dans la suite du processus (présence de graisse dans l'amidon et dans le gluten).

Dans la station de cyclone de dégermage, les germes sont séparés par la force centrifuge du reste du maïs éclaté. Les germes sont pompés vers le lavage des germes. (KREMSA K., 2011)

Principe de cyclones de dégermage:

La force centrifuge assure la séparation de matériaux de densité différente, les germes qui sont plus légers que le mélange amidon/gluten sont évacués du cyclone par déversoir.

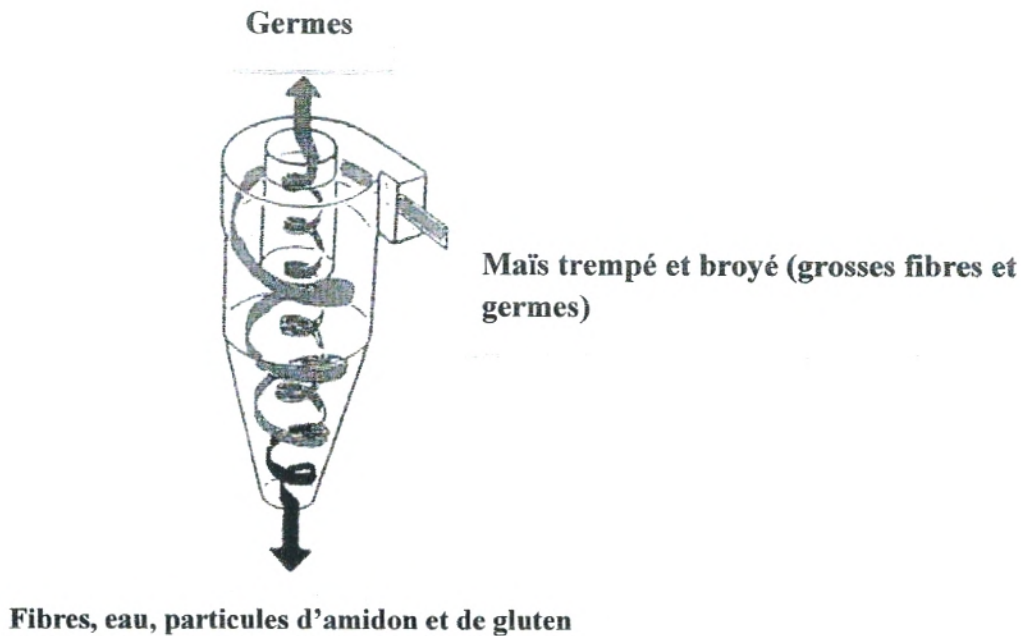


Figure 11 : Le principe des cyclones de dégermage

- **Lavage des germes:**

Les germes extraits provenant de la station de dégermage sont soumis à un lavage pour séparer les particules d'amidon et gluten adhérentes. Ce lavage fonctionne selon le principe du contre courant avec de l'eau de process. Les germes lavés sont pressés puis séchés.

IV-5 Broyage fin et lavage des fibres:

La suspension qui reste après l'extraction des germes est qui composée d'amidon de protéines et de fibres cellulosiques est très finement écrasés par des broyeur spécifiques. Après cette opération l'amidon est presque entièrement libre, la mixture ainsi obtenue subit deux tamisages.

La première séparation sur des tamis de 50 μm isole les plus grosses particules (ces tamis retiennent les fibres tandis que les particules de gluten et d'amidon traversent les tamis) la suspension de gluten/amidon et de solubles, appelée lait d'amidon brut.

La deuxième séparation sur un tamis de 100 μm donne les fines.

Le lavage a pour but de séparer les pelures d'amidon et de gluten adhérentes ainsi que les particules présentes dans les fibres. Les refus celluloseux (les pelures) une fois lavés puis pressés et séchés sont appelées drêches, mélangées avec les solubles concentrés obtenus précédemment liqueur de trempé. (KREMSA K., 2011)

IV-6 Séparation de l'amidon et de gluten:

La suspension obtenue après la séparation des fibres fines est appelée lait d'amidon brute. Elle comporte du gluten, de l'amidon et des substances solubles.

La différence de leur densité est mise à profit pour séparer ces trois constituants : L'amidon est le plus lourd que le gluten et ces deux derniers sont plus lourds que l'eau. Ce processus de séparation de l'amidon avec le gluten est toutefois accéléré par l'utilisation d'un séparateur à buse. Puis les solubles sont séparés de l'amidon dans des hydrocyclones. Dans cette station il ya :

- Un bac **F1** pour le lait d'amidon brut
- Deux séparateurs à buse :
 - S.40** pour l'amidon à **4000tour/min**
 - S.50** pour le gluten à **4000tour/min**
- Un bac **S.40-B-08** pour l'amidon demi raffiné
- Un bac **S.50-B-01** pour gluten demi raffiné
- Deux bacs **L.9.1** et **L.9.2** pour le gluten raffiné
- Bac flottation **L1** et **L7**
- Deux bacs **F12** et **II.2** pour l'amidon raffiné
- Un bac **L3** pour l'eau de process
- Un bac intermédiaire pour l'eau de lavage
- Une série de **12** hydrocyclones pour le raffinage de l'amidon

➤ **Séparation et raffinage de l'amidon :**

La suspension de lait d'amidon brut est stockée dans le bac F1. Ce mélange est ensuite pompé dans le séparateur à buses S.40 en passant par un tamis rotatif. Ce dernier sert à la séparation de grosses particules étant donné que celles-ci risquent de colmater le séparateur.

Le séparateur S.40 est constitué d'une pile d'assiettes coniques superposées, disposée dans un bol rotatif tournant à vitesse élevée. (KREMSA K., 2011)

Les forces centrifuges créées par la rotation du bol projettent les particules d'amidon plus lourdes vers la périphérie où elles quittent le bol en sous verse en passant par une série de buses à petites ouvertures. Ce dernier pompé et stocké dans un bac S.40-B-08.

Les particules de gluten sortent à l'extrémité supérieure est pompé hors du séparateur en sur verse vers le bac S.50-B-01.

Au cours de la séparation amidon/ gluten, les solubles présents dans la phase liquide du lait d'amidon brut sont également déplacés vers la sur verse avec le gluten par l'ajout d'eau de process avec un débit de $12 \text{ m}^3/\text{h}$

L'efficacité du processus de séparation à l'intérieur du séparateur à bol dépend de la concentration du lait d'amidon brut. La taille des buses est adaptée au débit et à la concentration de l'amidon dans le lait d'amidon brut de manière à ce que la totalité de l'amidon sorte par les buses et ne contienne qu'un faible pourcentage de gluten. (KREMSA K., 2011)

Le lait d'amidon demi-raffiné du bac est acheminé vers une installation des multi-hydrocyclones pour y séparer l'amidon par lavage.

Dans l'installation multi-hydrocyclonees (12 unités) ou les forces centrifuges agissant sur la suspension assurent la séparation en deux fractions: les particules d'amidon les plus lourdes sortent en sous verse des cyclonettes, tandis que la phase d'eau légère est évacuée en sur verse avec les solubles, la protéine insoluble et les fibres fines vers le bac F1 pour être réutiliser.

L'eau de lavage au niveau de l'installation HC est le seul d'eau fraîche entrant dans la maïserie.

Le lavage est effectué à contre-courant, l'eau est alimentée à partir d'un bac intermédiaire elle traverse un échangeur de chaleur à plaque dans lequel la température de l'eau est portée à 43°C pour ainsi obtenir une meilleure séparation par lavage, notamment des solubles.

Le lait d'amidon lavé et raffiné quitte le système sous forme d'une suspension sortant à la sous-verse de 12^{ème} HC vers les bacs de stockage de l'amidon raffiné. (KREMSA K., 2011)

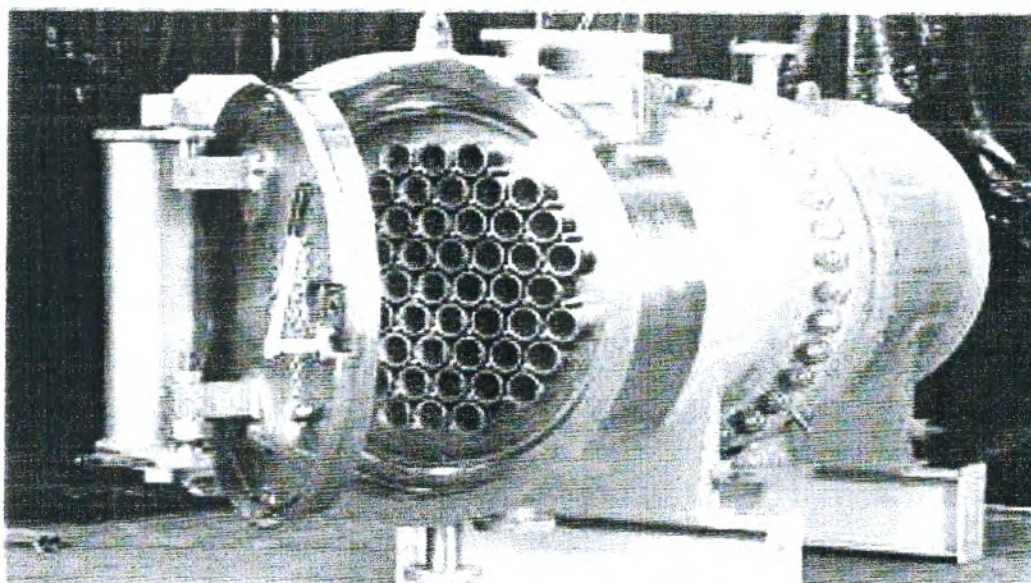


Photo 06: Unité Hydro cyclone

➤ **Concentration et déshydratation du gluten:**

Après la séparation d'avec l'amidon dans le séparateur S.40, l'eau à gluten est envoyée dans le bac S.50- B-01 à gluten non concentré. Le gluten est la fraction de protéine insoluble du grain de maïs. Le gluten étant plus léger que l'eau, la séparation peut se faire par voie gravitaire. Ce processus est accéléré par l'utilisation des forces centrifuges générées dans le séparateur à buses S.50, qui font évacuer les particules de gluten concentrées.

La déshydratation se poursuit sur des filtres rotatifs sous vide et se termine dans un sécheur à faisceau tubulaire. (KREMSA K., 2011)

Le séparateur de gluten fonctionne comme concentrateur, le gluten léger est extrait du bac S.50- B-01 et pompé via le tamis rotatif puis vers le séparateur à buse S.50.

Les forces centrifuges agissant sur la suspension projettent les particules de gluten les plus lourdes vers la périphérie où elles quittent le bol en sous-verse en passant par une série de buse à petites ouvertures.

La sous-verse de gluten concentré (120 à 140 g/L) est stocké au niveau de deux bacs L .9.1et

L.9.2 formant le gluten raffiné.

La phase légère du séparateur ou la sur verse est pompé vers les bacs de flottation, la phase lourde (eau) est extraite à l'aide des pompes via le bac L₃ pour servir d'eau de process, le gluten débordant est recyclé comme phase légère vers le bac S.50-B-01.

Le débit de l'eau de process utilisée au cours de la concentration du gluten est de 24 m³/h.

Bien que le pourcentage de substances solubles dans l'eau de processus soit relativement élevé, l'eau de process ne contient pratiquement pas de solides en suspension et est de ce fait utilisée au lavage des germes et des fibres (pour séparer les solides en suspension). La pompe assure l'alimentation en eau des ateliers de lavage des germes et des fibres. (KREMSA K., 2011)

IV-7 Déshydratation et séchage de l'amidon:

La déshydratation de l'amidon raffiné est effectuée dans uneessoreuse à couteau racleur. Le lait d'amidon se dépose sur le tissu filtrant et l'eau essorée passe à travers celui-ci, l'amidon est déshydraté à environ 32 à 36% d'humidité.

Le séchage a lieu dans un sécheur à circulation rapide chauffé à la vapeur dans lequel l'amidon est exposé à un courant d'air chaud de 165 °C l'amidon sèche à environ 12% d'humidité.

IV-8 Le Conditionnement de l'amidon:

L'amidon déshydraté par la vapeur est pompé du bloc de production au magasin de stockage par l'intermédiaire d'un pont en acier inoxydable, qui débouche dans un réservoir muni d'un agitateur pour agiter l'amidon à l'intérieur, ce réservoir se termine par un entonnoir pour faciliter sa vidange.

L'amidon est emballé dans des sacs de papiers kraft de 25 Kg à noter que le remplissage se fait automatiquement, le sac ainsi rempli est cousu par un fil.

L'étiquetage, comporte le nom du produit, le nom du complexe, le poids du produit, sa composition et le signe de groupe METIDJI. (KREMSA K., 2011)

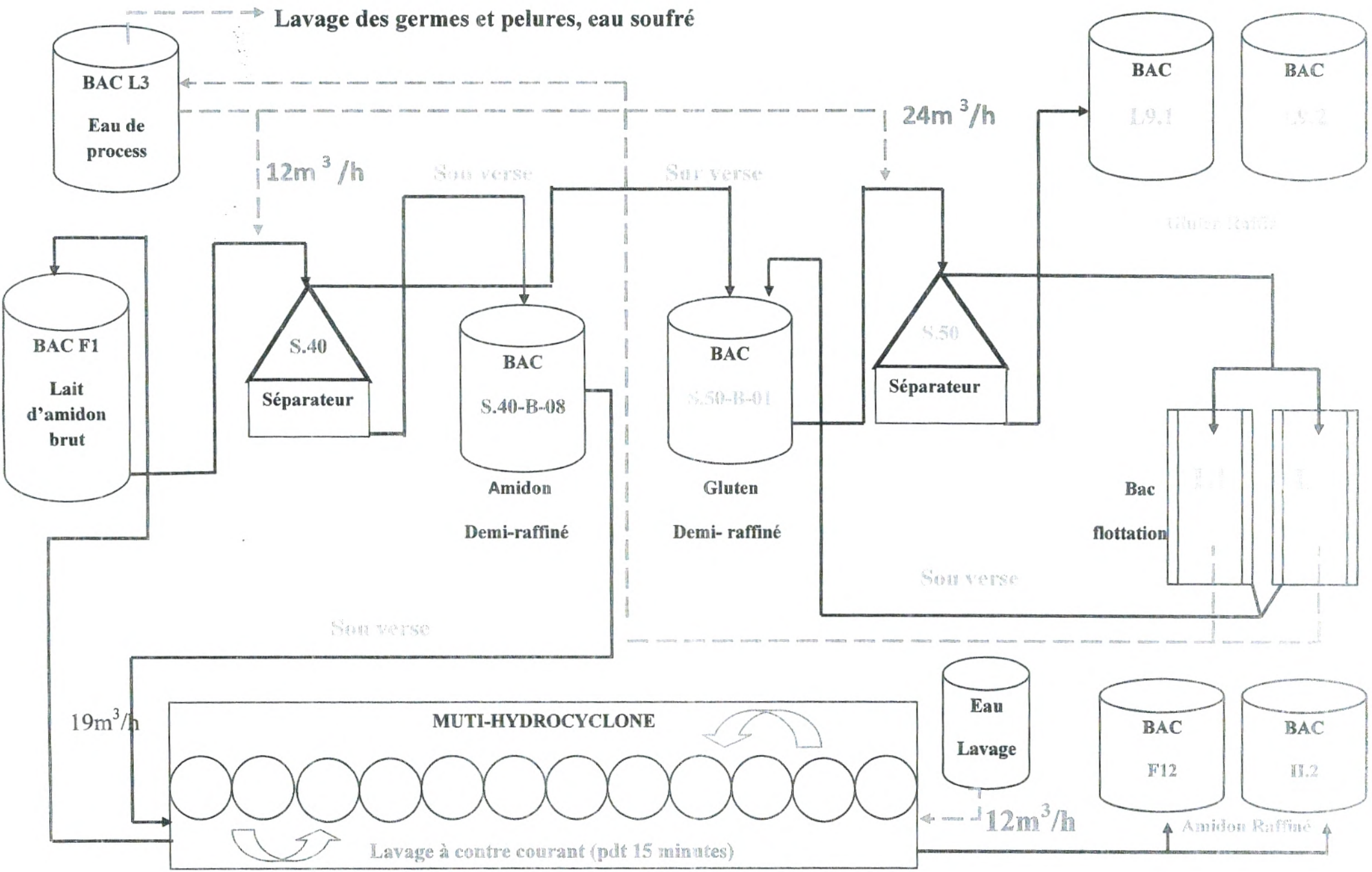


Figure 12 : Schéma de séparation Amidon/Gluten

PARTIE EXPERIMENTALE :

CHAPITRE V :

METHODES D'ANALYSES

I- ANALYSE PHYSICO-CHIMIQUE:

Elle a été effectuée dans le laboratoire de recherche N°25 de l'université de Tlemcen. Les techniques d'analyses sont celles décrites par Rodier (2005).

Les principaux facteurs physico-chimiques analysés de l'eau sont : la température, pH, conductivité, la turbidité, ion Calcium, ion Magnésium, TH, Sulfate, Chlorure, teneur en CO₂, la minéralisation, la salinité,

II- ANALYSE BACTERIOLOGIQUE:

L'analyse bactériologique de l'eau consiste à rechercher les germes pathogènes et le nombre de bactéries qu'elle peut contenir et qui comprend une étude quantitative qui donne une numérotation des germes.

Cette analyse a été effectuée dans le laboratoire TECHNALAB au niveau de Tlemcen et elle est celle décrite par Rodier (2005).

Les tests auxquels sont soumises les eaux d'alimentation sont:

- Dénombrement des germes totaux ;
- Recherche des coliformes ;
- Recherche des Streptocoques fécaux ;
- Dénombrement des Clostridium sulfito- réducteurs.

III- ECHANTIONNAGE:

Pour l'analyse physico-chimique on a réalisé deux échantillons pour chaque essai dans des bouteilles de plastique de 1,5 litre nettoyées.

En ce qui concerne l'analyse bactériologique, les deux échantillons sont pris dans des flacons en verre stériles de 250 ml.

IV- MODE DE PRELEVEMENT:

Le prélèvement d'un échantillon est une opération délicate à laquelle le plus grand soin doit être apporté.

On flambe le robinet, on l'ouvre et on le laisse couler 3 à 5 minutes avant de faire le prélèvement pour éliminer toute impureté au niveau de la tuyauterie.

Une fois l'eau prélevée dans des flacons ou des bouteilles, remplis jusqu'au débordement, le bouchon sera placé de telle manière qu'il n'y ait aucune bulle d'air qui ne pénètre, ces flacons ensuite, sont étiquetés sur lesquels on note :

- L'origine de l'eau ;
- Température de l'air et l'eau ;
- Le pH s'il y a lieu ;
- L'heure et la date de prélèvement ;
- Le numéro du prélèvement.

V- TRANSPORT:

Les échantillons prélevés doivent impérativement être transportés dans une glacière afin d'éviter la multiplication des germes présents dans l'eau.

Une fois arrivés au laboratoire, les analyses sont effectuées immédiatement.

VI- ANALYSES ORGANOLEPTIQUES:

Les paramètres organoleptiques de l'eau doivent être appréciés au moment du prélèvement.

VI-1 Test de l'odeur et de saveur:

L'odeur a été évaluée par simple sensation par l'organe olfactif au lieu du prélèvement de l'eau qui a relevé qu'il n'y a aucune odeur désagréable.

La saveur a été évaluée par dégustation de l'eau au point de prélèvement, on a constaté que cette eau n'a aucun arrière goût et qu'elle est agréable à boire.

VI-2 Test de la couleur:

La couleur a été évaluée par observation oculaire de plusieurs bouteilles remplies d'eau prélevée.

On a constaté que cette eau est claire et incolore.

VI-3 Mesure de la turbidité:

La mesure est réalisée à l'aide d'un turbidimètre, en utilisant des cubes en verre bien nettoyés et bien séchés, remplis avec l'eau à analyser.

La turbidité est exprimée en NTU (Néphélobimétrie Turbidité Unité)

VII- ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES:

VII-1 Mesure de la température:

La mesure de la température est effectuée sur le terrain. On utilise le thermomètre au Mercure gradué au 1/10 de degré.

La lecture se fait après une immersion de 10 minutes.

VII-2 Mesure du pH:

La mesure du pH est effectuée par un pH mètre électronique relié à une électrode en verre.

Le protocole d'analyse:

- S'assurer que le pH-mètre est étalonné;
- Verser environ 40 ml d'échantillon dans le Bécher;
- Plonger l'électrode du pH-mètre dans l'échantillon;
- Laisser la valeur se stabiliser et faire directement la lecture sur l'écran du pH-mètre.

Lire directement la valeur du pH sur l'écran.

VII-3 Mesure de la conductivité:

Au laboratoire, elle est mesurée à l'aide d'un conductimètre à électrode constitué de deux lames carrées de 1 cm de côté en platine.

Les résultats sont exprimés en micro Siemens par centimètre.

- **Mode opératoire:**

D'une façon générale, opérer avec la verrerie rigoureusement propre, et rincer avant usage avec de l'eau distillée.

- Ajuster l'appareil à zéro;

- Ajuster la température de l'eau sur l'appareil;

- Rincer plusieurs fois l'électrode de platine, d'abord avec de l'eau distillée, puis en le plongeant dans un récipient contenant de l'eau à analyser, en prenant soin que l'électrode soit complètement immergée.

Rincer abondamment l'électrode avec de l'eau distillée après chaque mesure.

VII-4 Dosage d'ion Calcium et ion Magnésium (TH):

Il est réalisé par la méthode titrimétrique à l'EDTA qui forme un sel complexe avec le Calcium et le Magnésium.

- **Mode opératoire:**

Introduire 100 ml d'eau à analyser dans une fiole de 250 ml, ajouter 2 à 5 ml de solution tampon et une pincée de noir ériochrome T, la solution se colore en violet, le pH doit être de 10.

On ajoute la solution d'EDTA, goutte à goutte jusqu'au virage de la solution du violacé au bleu franc.

$$TH = V \text{ ml en } ^\circ F \quad \text{ou} \quad TH = 2V/10 \text{ en meq/L}$$

V= chute de burette

VII-5 Dosage de l'ion Calcium:

Le dosage est réalisé par la méthode titrimétrique, on utilise l'EDTA comme complexant. Auparavant, on précipite le Magnésium sous forme de $Mg(OH)_2$ vers $pH = 12$, par addition de la soude Na OH.

L'indicateur utilisé qui est sensible aux seuls ions Ca^{2+} , c'est la muréxide qui répond à cette condition.

- **Mode opératoire:**

Dans un Erlenmeyer de 250 ml, on mélange 50 ml d'eau à analyser, 2 ml de NaOH et une pincée de muréxide.

Ensuite on ajoute goutte à goutte la solution d'EDTA, jusqu'à virage du rose au pourpre.

$$[Ca^{+2}] = V \text{ ml} \times F \times 0,4008 \times 1000 / 50$$

V ml : volume de chute burette EDTA

F : 1

VII-6 Détermination de l'ion Magnésium:

Connaissant les résultats des expériences précédentes sur la dureté totale d'une part et la dureté calcique d'autre part, il est facile de calculer la dureté magnésienne.

$$\text{Dureté totale} = \text{dureté calcique} + \text{dureté magnésienne}$$

D'où :

$$\text{La dureté magnésienne} = \text{la dureté totale} - \text{la dureté calcique}$$

VII-7 Dosage des Chlorures: Méthode de Mohr

Les chlorures sont dosés en milieu neutre par une solution titrée de nitrate d'argent en présence de chromate de potassium. La fin de la réaction est indiquée par l'apparition de la teinte rouge caractéristique du chromate d'argent.



- **Mode opératoire:**

On prélève dans un Erlenmeyer 100 ml d'eau à analyser et on ajoute 2 à 3 gouttes d'acide (HNO_3) pur puis une pincée de carbonates de chaux (CaCO_3) et trois gouttes de solution de chromate de Potassium à 10%.

Verser goutte à goutte la solution de nitrate d'argent (AgNO_3) jusqu'à apparition d'une teinte rougeâtre.

- **Expression des résultats :**

On calcule la teneur en ions chlorures, en utilisant la formule suivante :

$$[\text{Cl}] = V \cdot 10.3, 55 \text{ en (mg/L)}$$

V : Volume de chute de burette (nitrate d'argent).

VII-8 Dosage des Sulfates:

Les ions SO_4^{-2} sont précipités à l'état de Sulfate de Baryum.

- **Mode opératoire:**

Traçage de la courbe d'étalonnage : dosage des Sulfates SO_4^{-2} :

- 1- Mettre 20 ml de BaCl_2 0,5 M dans un Bécher
- 2- Mettre la solution N°1 de 90 mg/L de SO_4^{-2} dans la burette
- 3- Doser jusqu'à disparition des traits « opaque ». Noter le volume V_1 pour SO_4^{-2} mg/L
- 4- Recommencer avec les solutions filles $N_2=80$ mg/L, N_3 , N_4 ,..... N_n et noter les volumes V_2 , V_3 , V_n
- 5- Tracer la courbe d'étalonnage $V_n = f(\text{SO}_4^{-2})_n$

Dosage SO_4^{-2} :

- 1- Mettre l'eau à analyser dans la burette
- 2- Mettre 20 ml de BaCl_2 0,5 M dans le Bécher
- 3- Doser avec l'eau à analyser (chaque fois bien mélanger) jusqu'à disparition des traits
- 4- Noter V ml de chute de burette

- **Expression des résultats:**

Faire la lecture à l'aide de la courbe d'étalonnage

VII- 9 Dosage du CO_2 dissout : méthode volumétrique:

L'eau est recueillie sur une quantité d'hydroxyde de Sodium légèrement supérieure à celle qui est nécessaire pour neutraliser l'anhydride carbonique libre. L'hydroxyde de Sodium en excès est ensuite dosé, en présence de phénolphtaléine, par une solution titrée d'acide chlorhydrique.

- **Mode opératoire:**

- 1- Mettre dans la burette Na OH N/44(0,0227)
- 2- Dans un Erlenmeyer de 100 ml, mettre 25 ml d'eau à analyser, 1 à 2 gouttes de phénophtaléine 0,1%

Si coloration rose pas de CO_2 si non

- 3- Doser jusqu'à coloration rose, la couleur rose doit persister

- **Expression des résultats:**

On calcule la teneur en CO_2 dissout, en utilisant la formule suivante :

$$\text{CO}_2 = V \text{ Na OH} \times 40 = \dots\dots \text{ mg/ L}$$

VIII- ANALYSES BACTERIOLOGIQUES:

VIII-1 Recherche et dénombrement des germes totaux:

Le dénombrement des germes totaux, consiste en une estimation du nombre total des germes dans l'eau.

Le milieu Gélosé TGEA est fondu dans un bain Marie à 100°C puis il est refroidi à environ 40°C. Près du bec Bunsen, on verse 1 ml d'eau à analyser dans une boîte de Pétri

(Deux boîtes sont utilisées pour chaque germe recherché). On ajoute le Gélose TGEA en surfusion puis on mélange avec précaution par rotation lente, et on laisse se solidifier.

L'incubation des germes aérobies dure 48h à 37°C pour une boîte et 48h à 22°C pour l'autre boîte.

Après incubation, on dénombre les boîtes de Pétri, on prend en considération les boîtes contenant un nombre entre 30 et 300 UFC/ml (Unité Formant une Colonie)

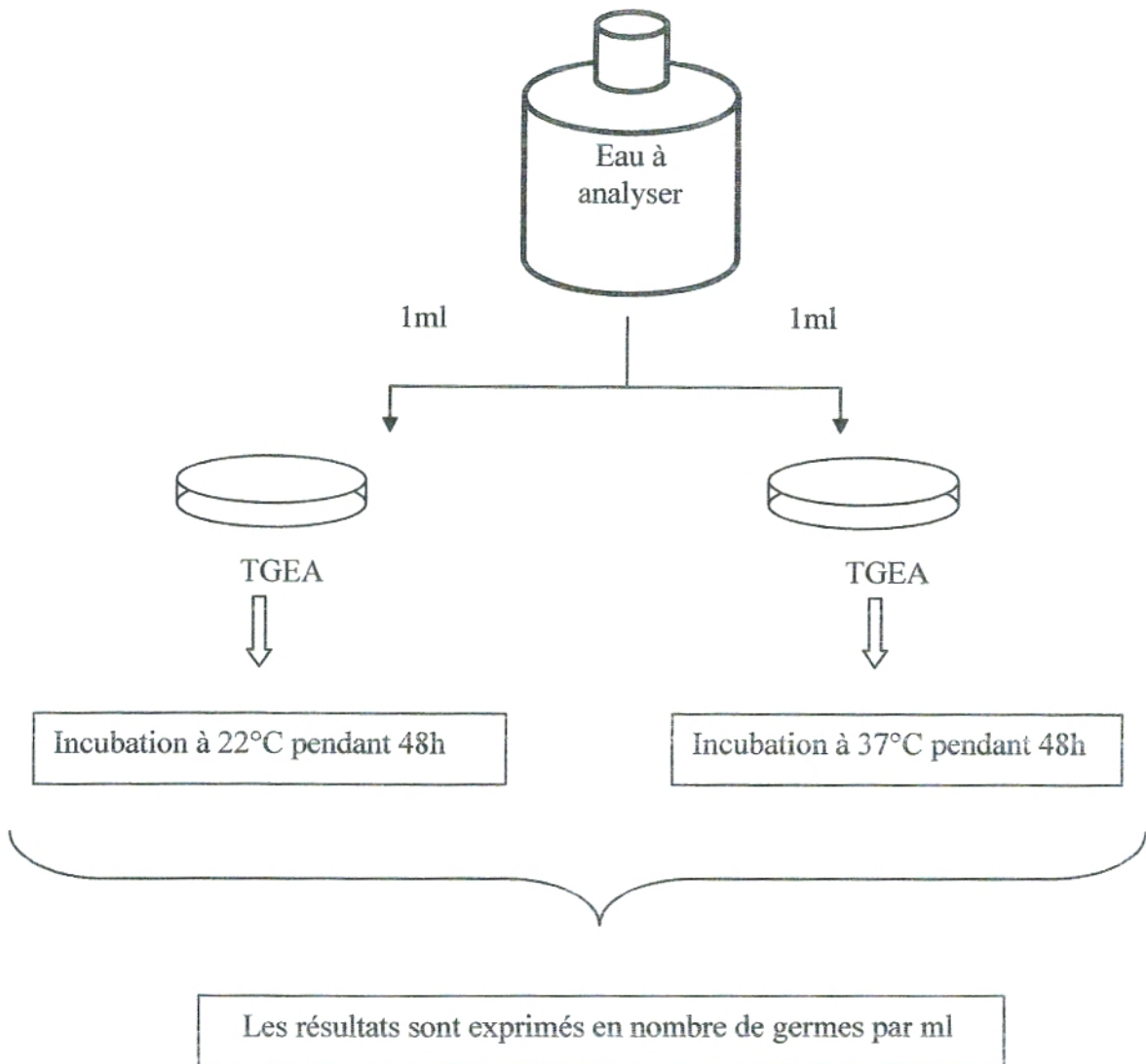


Figure 13 : Recherche et dénombrement des germes totaux

VIII-2 Recherche et dénombrement des coliformes et d'*Escherichia coli*:

La colimétrie consiste à déceler et dénombrer les coliformes et parmi eux :

Escherichia coli. Elle s'effectue en deux temps :

❖ La recherche des coliformes: le dénombrement s'effectue selon la méthode du nombre le plus probable (NPP)

On ensemence un flacon de 50 ml de BCPL (Bouillon lactosé au pourpre de bromocrésol) à double concentration muni d'une cloche de Durham avec 50 ml d'eau à analyser, puis on ensemence 5 tubes de BCPL à double concentration munis d'une cloche de Durham avec 10 ml d'eau à analyser et on ensemence 5 tubes de BCPL simple concentration munis d'une cloche de Durham avec 1 ml d'eau à analyser. On agite pour homogénéiser sans faire pénétrer l'air dans la cloche et on place les tubes dans une étuve à 37°C pendant 48h.

Après l'incubation, les tubes considérés comme positifs présentent un trouble dans toute la masse liquide, avec virage du violet au jaune et un dégagement de gaz dans la cloche.

Le nombre de coliformes totaux par 100 ml sera obtenu en comparant le nombre des tubes positifs et on se référant à la table de Mac Credy qui nous donne le nombre le plus probable (NPP).

❖ La recherche des *Escherichia coli*

A partir d'un tube positif de BPCL, on prend une goutte qu'on ensemence dans un bouillon Schubert avec cloche de Durham. Puis on incube à 44°C pendant 24h.

On considère comme positifs les tubes contenant un dégagement de gaz dans la cloche et formation d'un anneau rouge après addition du réactif de Kovacs qui témoigne de la production d'indole confirmant la présence d'*Escherichia coli*.

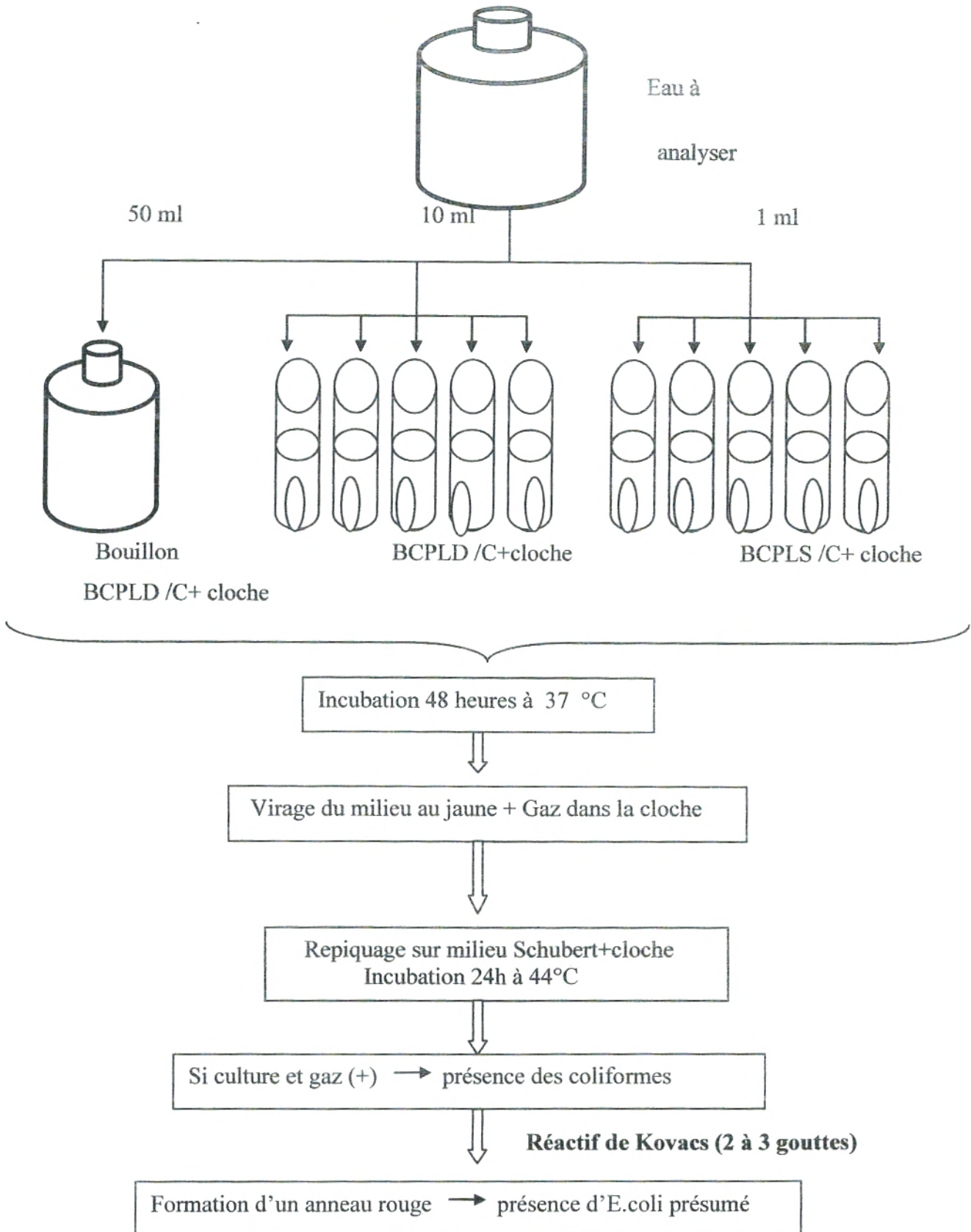


Figure14: Recherche et dénombrement des coliformes et d'*E.coli* présumés

VIII-3 Recherche et dénombrement du Streptocoque fécaux:

A. Test présomptif :

On ensemence un flacon de 50 ml de Rothe à double concentration avec 50 ml d'eau à analyser, 5 tubes de Rothe à double concentration avec 10 ml d'eau à analyser et 5 tubes de Rothe simple concentration avec 1 ml d'eau à analyser. On agite pour homogénéiser et on place les tubes dans une étuve à 37°C pendant 48h.

Après l'incubation, les tubes présentant un trouble microbien témoignent la présence des Streptocoques fécaux.

B. Test confirmatif :

Après agitation des tubes du milieu Rothe positif, on prélève de chacun d'eux successivement quelques gouttes avec une pipette Pasteur puis on les reporte dans des tubes du milieu Litsky à l'éthyle violet et azide de Sodium (EVA). Puis on incube à 37°C pendant 24h.

L'apparition d'un trouble microbien confirme la présence des Streptocoques fécaux.

On note le nombre de tube positif dans chaque série et on se reporte à la table de NPP pour obtenir le nombre de Streptocoques présents dans 100 ml.

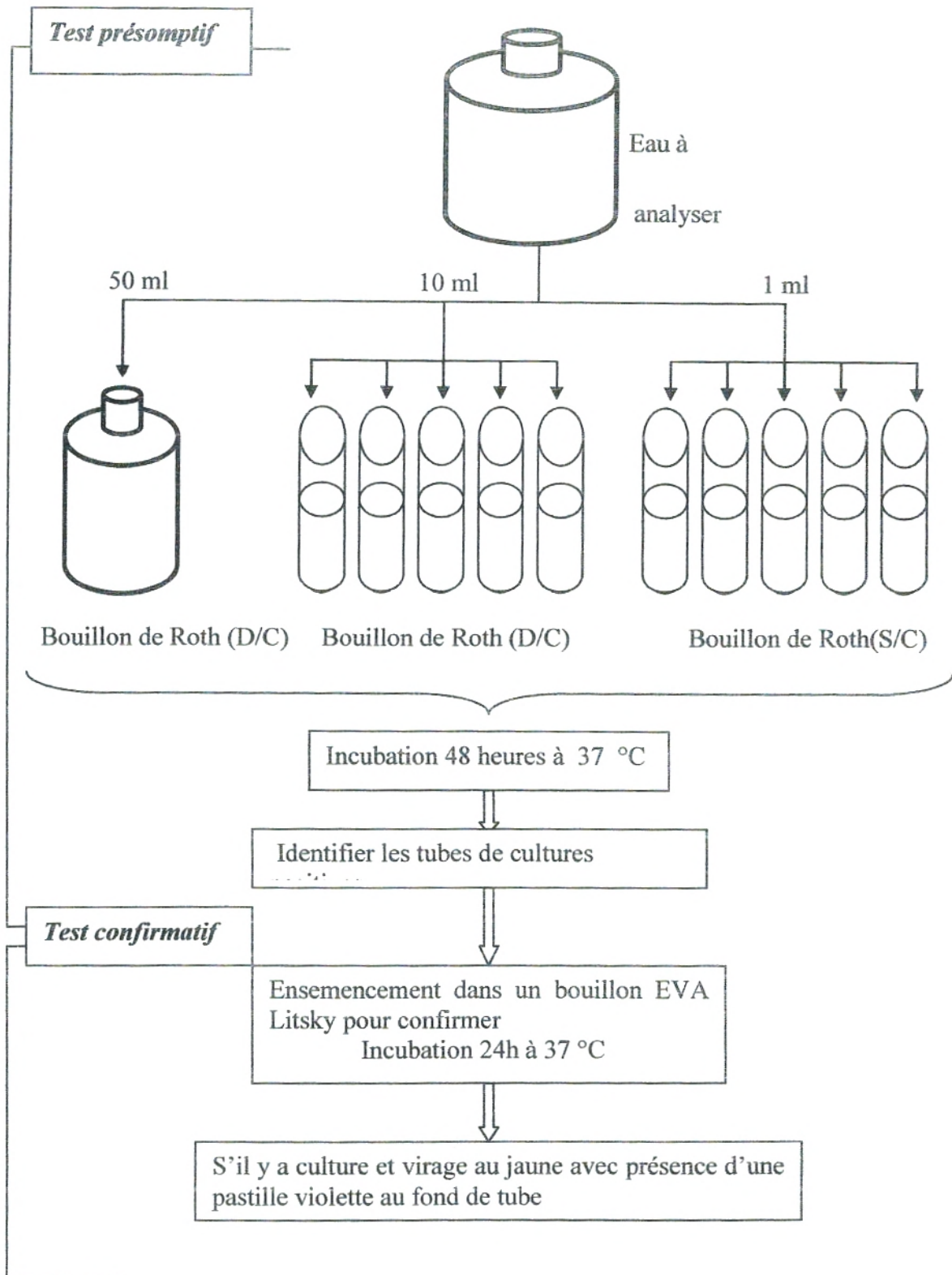


Figure15: Recherche et dénombrement des Streptocoques fécaux

VIII-4 Recherche et dénombrement des spores de Clostridium sulfito-réducteurs:

On répartit 20 ml d'eau à analyser dans 4 tubes stériles à raison de 5 ml par tube, puis on place les tubes dans un bain Marie à 80°C pendant 10 minutes puis on a refroidi rapidement à environ 45°C, ceci dans le but de détruire les formes végétatives.

On coule dans chacun 15 ml de la gélose viande foie et 0.4 ml de sulfite de sodium et 4 gouttes d'alun de fer et on mélange puis on incube à 37°C pendant 48h.

On considère comme spore de bactérie anaérobie sulfite réductrice, toute colonie noire entourée d'un halo noir, on exprime le résultat en nombre des spores par 20 ml.

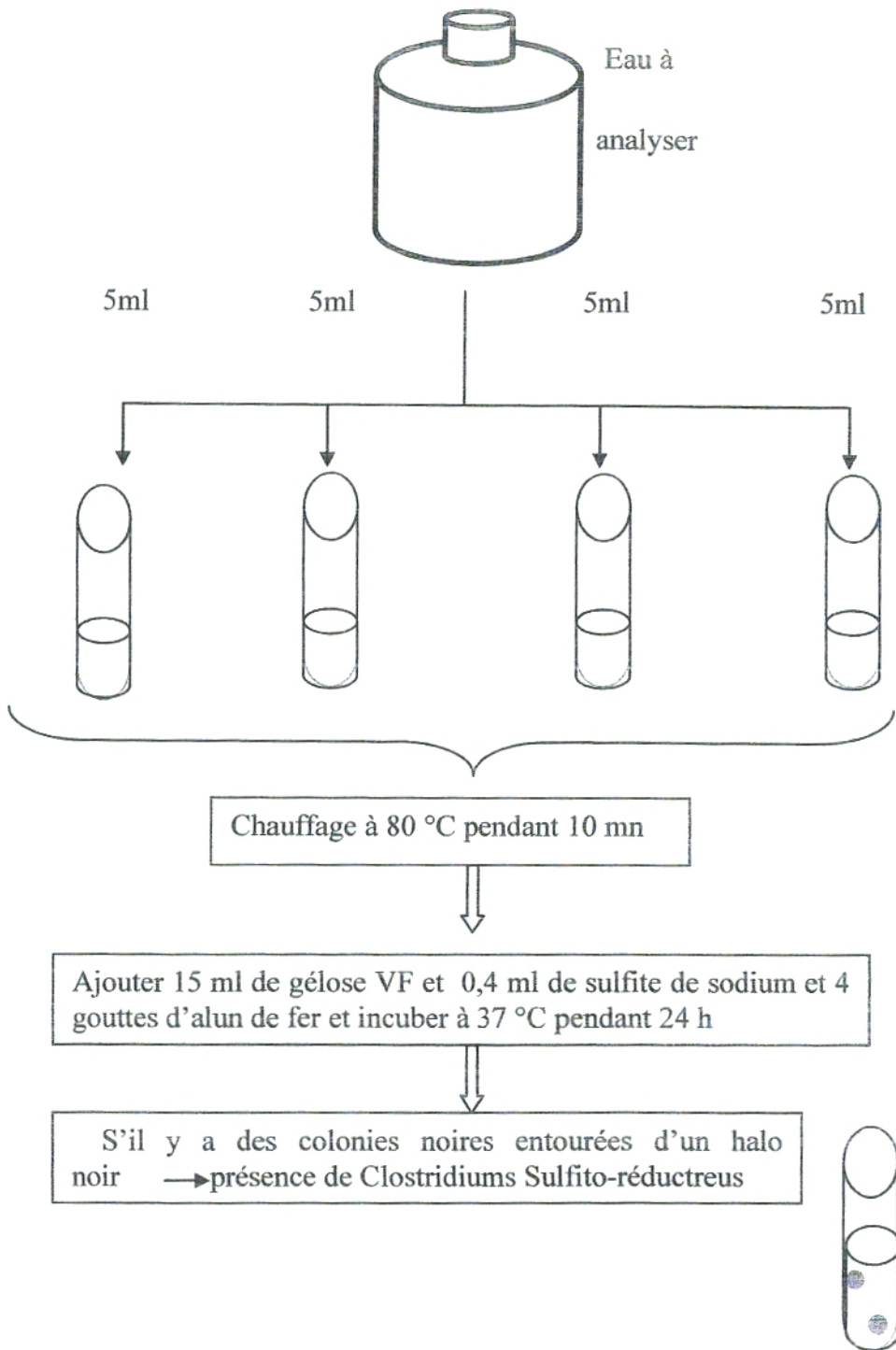


Figure 16: Dénombrement des spores de Clostridium Sulfito-réducteurs

CHAPITRE VI :

*RESULTATS ET
INTERPRETATIONS*

I- PARAMETRES ORGANOLEPTIQUES:**I.1-L'odeur:**

Les eaux étudiées (les deux échantillons) ne présentent aucune odeur caractéristique, ceci indique l'absence de produits chimiques et de matières organiques en décomposition.

I.2-La couleur:

L'eau qu'on a étudiée est toujours incolore et limpide, et ceci indique aussi l'absence d'ions métalliques qui changent la couleur de l'eau.

I-3 La turbidité:

La mesure de la turbidité permet de préciser les informations visuelles sur l'eau. La turbidité traduit la présence de particules en suspension dans l'eau (débris organiques, argiles, organismes microscopiques).

Nos échantillons ont présenté des turbidités variant entre 0.8 et 0.9 NTU qui sont conformes aux normes algériennes qui fixent la valeur 5 NTU comme maximum.

Tableau 09: Classification des eaux selon la turbidité :

NTU < 5	Eau claire
5 < NTU < 30	Eau légèrement trouble
NTU > 30	Eau trouble

II- PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES:**II-1 La température:**

La température de l'eau est un paramètre de confort pour les usagers, elle permet également de corriger les paramètres d'analyse dont les valeurs sont liées à la température (conductivité notamment).

La température des différents échantillons d'eau analysés s'avère stable, elle est de 16,9 °C.

II-2 Le pH:

Les résultats des mesures que nous avons effectuées montrent que les eaux étudiées, sont de très faible alcalinité.

Les valeurs de pH mesurées dans les trois échantillons, se situent entre 7.2 et 7.8. Ces valeurs restent conformes aux normes algériennes qui varient entre 6.5 et 8.5.

II-3 La conductivité:

La mesure de la conductivité permet d'évaluer rapidement mais très approximativement la minéralisation globale de l'eau et d'en suivre l'évolution.

La réglementation algérienne donne une valeur limite des 2880 $\mu\text{S}/\text{cm}$ à 20°C.

Nos échantillons présentent des valeurs comprises entre 850 et 840 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Ces valeurs restent conformes aux normes algériennes.

Tableau 10: Classification de l'eau en fonction de la conductivité

CONDUCTIVITE $\mu\text{s}/\text{cm}$	MINERALISATION
$C < 100$	Très faible
$100 < C < 200$	Faible
$200 < C < 333$	Moyenne
$333 < C < 666$	Moyenne accent
$666 < C < 1000$	Importante
$C > 1000$	Elevée

Tableau 11: Calcule de la minéralisation en fonction de la conductivité

CONDUCTIVITÉ $\mu\text{S/cm}$	MINERALISATION en mg /L
$C < 50$	$M = C \times 1,365079$
$50 < C < 166$	$M = C \times 0,947658$
$166 < C < 333$	$M = C \times 0,769574$
$333 < C < 833$	$M = C \times 0,715920$
$833 < C < 10\ 000$	$M = C \times 0,758544$
$C > 10\ 000$	$M = C \times 0,850432$

II-4 L'ion Calcium Ca^{2+} :

La réglementation algérienne fixe une concentration maximale de 200 mg/L et un niveau guide de 75 mg/L.

Nos échantillons présentent des valeurs de 24,8 et 25,6 mg/L, ces dernières sont conformes aux normes algériennes.

II-5 L'ion Magnésium Mg^{2+} :

La teneur en magnésium dans l'eau à analyser est de 16,32 et 8,64 mg/L. Ces valeurs sont conformes par rapport aux normes algériennes qui préconisent une concentration maximale de 150 mg/L.

II-6 La dureté totale TH:

La dureté totale de l'eau analysée varie entre 10 et 13 °F. Ces valeurs sont conformes par rapport aux normes algériennes qui indiquent que la limite de la dureté de l'eau est de ($10^\circ\text{F} < \text{DT} < 50^\circ\text{F}$).

Donc on peut dire que l'eau étudiée est conforme à la réglementation.

II-7 Les Chlorure Cl^- :

La teneur en Chlorure pour l'eau à analyser est de 220,1 et 255,6 mg/L. Les résultats obtenus sont conformes aux normes algériennes qui fixent une concentration maximale de 500 mg/L.

II-8 Les Sulfate SO_4^{2-} :

La réglementation algérienne fixe une teneur en sulfates de 200 à 400 mg/L. Les valeurs trouvées pour les eaux étudiées sont de 2 à 2,5 mg/L, celles-ci sont des très faibles.

II-9 Les ions Sodium et Potassium (Na^+ , Cl^-):

On constate que dans les eaux minérales algériennes, le pourcentage des ions Na^+ est d'environ 93% et celui des ions K^+ d'environ 7%, à cet effet on a établi les valeurs suivantes :

Tableau 12 : Résultat des calculs des ions Na^+ et K^+

paramètres	Unité	Norme Algérienne	Ech 01	Ech 02	Observation
(Na^+, K^+)	meq/L	-	5,9	6,4	-
Na^+	meq/L	200 mg/L	5,5	5,9	Conforme
	mg/L		126,5	136	
K^+	meq/L	20mg/L	0,4	0,5	Conforme
	mg/L		15,6	19,5	

- L'ion Sodium Na^+ :

Pour l'eau destinée à la consommation humaine, la réglementation algérienne préconise une valeur limite de Sodium de 200 mg/L.

Selon les calculs, nos échantillons présentent des teneurs variant entre de 126 et 136 mg/L. Ces valeurs sont dans les normes algériennes.

- L'ion Potassium k^+ :

Selon les calculs la valeur de Potassium de l'eau à analyser varie entre 15,6 et 19,5 mg/L. Ces valeurs sont conformes aux normes algériennes qui recommandent une concentration maximale de 20 mg/L.

III- PARAMETRES MICROBIOLOGIQUES:

Le tableau suivant montre la présence ou l'absence des germes recherchés :

Tableau 13: Résultats des analyses microbiologiques de l'eau.

Echantillons	1	2
Germes totaux à 22°C dans 1ml	Abs	Abs
Germes totaux à 37°C dans 1 ml	Abs	Abs
Coliformes totaux dans 100 ml	Abs	Abs
<i>E. coli</i> dans 1 ml	Abs	Abs
Streptocoques fécaux dans 100 ml	Abs	Abs
Clostridium sulfito-réducteur dans 20 ml	Abs	Abs

Les résultats des analyses microbiologiques de l'eau à analyser montrent :

III-1 Les germes totaux:

Les germes totaux sont absents à 22°C pour l'eau à analyser.

Les germes totaux à 37°C sont absents pour l'eau à analyser.

Ces résultats sont conformes aux normes recommandées par la réglementation algérienne qui indique une teneur à ne pas dépasser : 100 germes /ml à 22°C et 20 germes /ml à 37°C.

III-2 Les coliformes:

Selon la réglementation algérienne, une eau potable ne doit pas contenir des coliformes totaux dans 100 ml, la même exigence porte sur les coliformes fécaux.

C'est le cas de notre eau où on a constaté l'absence des coliformes totaux témoigné par l'absence des tubes positifs ce qui a confirmé l'absence des coliformes fécaux et en particuliers *Escherichia Coli*.

Ceci montre que cette eau est conforme aux normes concernant les coliformes.

III-3 Les Streptocoques fécaux:

Selon la réglementation algérienne, une eau potable ne doit pas contenir des streptocoques fécaux dans 100 ml.

Nos résultats confirment cette absence puisque aucun germe de Streptocoques fécaux n'a été détecté.

III-4 Les Clostridium sulfito-réducteurs CSR:

Tous les échantillons étaient exempts des spores de Clostridium sulfito-réducteurs, ce qui correspond aux normes algériennes qui excluent sa présence.

Enfin, on peut dire d'une façon générale que cette eau est propre à la consommation humaine et de bonne qualité hygiénique et bactériologique puisqu'elle est conforme aux normes algériennes.

CONCLUSION

L'eau occupe une place importante voire primordiale dans l'industrie alimentaire. Mais son utilisation pose plusieurs problèmes à cause de sa fragilité et de son instabilité.

L'étude menée au cours de ce travail, a permis d'apporter une appréciation sur la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau potable destinée à la transformation industrielle de maïs en amidon au niveau de l'usine de la Maïserie de Maghnia

Il en ressort de cette étude que :

- Du point de vue organoleptiques, les échantillons étudiés ne présentent ni odeur ni couleur et ni saveur désagréable.
- Les analyses physicochimiques montrent que cette eau :
 - présente une dureté moyenne de 12 °F.
 - présente aussi une minéralisation importante de 640 mg/L.
 - comprend des ions majeurs avec des concentrations conformes aux normes algériennes comme par exemple : le Calcium avec 24mg/L, le Magnésium avec 16 mg/L, les Chlorures 220 mg/L.
- L'étude des paramètres microbiologiques montre une absence totale des germes totaux ainsi que de tous les germes indicateurs de pollution fécale à savoir les coliformes, les streptocoques fécaux, les Clostridium sulfito-réducteurs.

D'après les résultats des analyses, on peut dire que l'eau de l'usine de Maïserie de Maghnia est une eau de bonne qualité et ne présente aucun danger pour la transformation industrielle du maïs.

Par conséquent, la contamination de l'eau est une menace grave. L'industrie agroalimentaire doit avoir un système en place pour qu'elle puisse utiliser continuellement de l'eau potable dans la production et transformation des aliments. L'essentiel est de s'assurer tout le temps que l'eau est sans danger à travers des analyses régulières.

REFERENCES

BIBLIOGRAPHIQUES

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. **AGPM. , 1983.** Les industries de maïs .Association Générale des Producteurs de Maïs. Pau. France
2. **AVRIL J.L., DEBERMAT H., DENIS F., MONTIEL H., 2000.** Bactériologie clinique.3^{em} Edition .Elipses .p232
3. **AUGERAUD P., TOUATY M., 2002.** Consommation d'eau par les secteurs industriels. Etude conduit par PLANISTA FRANCE pour le compte du Ministère de l'Ecologie et de développement durable. Direction des Etudes et de l'Evaluation Environnementale(D4E) Sous-direction des politiques environnementales.
4. **BARLOY J., ENSA R., 1970.** Les cahiers du Maïs. Edition. Engais de France. Paris. p43
5. **BEAUX Y., LE BRAS A., 1982.** Valeur amidonnière du Maïs et moyens d'appréciation en conservation et stockage des grains et produit dérivés. Edition Tec et Doc Lavoisier. Paris. Vol 2,p977-982
6. **BANQUE MONDIALE- ETUDE TECHNIQUE N° 5 1985.**
7. **BARBAULT R., 1997.** Ecologie générale. 4^{em} Edition. Masson
8. **BAUBRICOURT A.G., HEDIN L., 1988.** Le maïs et les industries .Edition A.M. Metallié p 97
9. **BOURGEOIS C.M., 1991.** Le contrôle microbiologique des matières et des produits. Technique d'analyse et de contrôle dans les IAA. 2^{em} Edition .Tec et Doc Lavoisier
10. **BONTOUX J., 1993.** Introduction à l'étude des eaux douces : qualité et santé, eau naturelle eaux usées, eaux de boisson. 2^{em} Edition. Cebedoc

11. **BOURGEOIS C.M., MEXEL J.F., ZUCCA J., 1996.** Microbiologie alimentaire : Aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité des aliments .Tome 01.Edition. Lavoisier Tec et Doc
12. **BARHOUMI – ANDREANI Y., GAUDREMEAU J., GERBE B., KHAMSING F., RABATEL Y., 2004 .**Eau ressource et menace. PDF
13. **CHEFTEL J.C., CHAFTEL H., 1986.** Introduction à la biochimie et à la technologie des aliments. Edition Lavoisier Tec et Doc
14. **CHAPPUIS P., 1991.** Les oligo-éléments en médecine et biologie. Edition. Tec et Doc Lavoisier. p13
15. **CHAMP M., 1994.** Aspect nutrition. Edition. Tec et Doc. INRA. Paris. France p 1086-1089
16. **CHOST B., 1997.** Encyclopédie de l'hydrologie urbaine et assainissement. Edition .Lavoisier
17. **CAMPAGNE F., 2000.** Les sels minéraux.
Site: <http://www.caducee.net/Fiches-techniques/mineraux2.asp>
18. **COMBESURE M., FAGES A., NIEZBORALA C., VAUR M., 2002.** L'eau ultra pure obtention et application. Edition SNIDE (Service National d'Information et de Documentation sur l'Eau) PDF. p3
19. **C.I. EAU., 2003.** Les français et l'eau. (Centre d'information sur l'eau)
20. **CARRARETTO M., 2005.** Histoire de maïs d'une divinité Amérindienne à ses avatars.Trangeniques. C.T.H.S. p 56
21. **CARION L., CHAVIGNY N., KELLOU M., NAVARROT-ENGEES L., 2011.** Gestion de l'eau dans les industries agro-alimentaire. PDF.EAUDOC.
22. **DEGREMENT G., 1972.** Mémento Technique de l'eau. Edition. Tec et Doc p 1167

23. **DZIEDZIC S.Z., KEARSLEY M.W., 1984.** Glucose Syrups. Science and Technology. London. Elsever
24. **DUPONT P., 1986.** Les semences des maïs. Encyclopédie agricole pratique.Limagrain.Agri.Nathan.p.5.9
25. **DEGREMEN G., 1989.** Quelque eau à traiter en mémento technique de l'eau. Edition Tec et doc
26. **DEGREMENT ., 1991.** Wash Water Treatment Hand Book. Vol 1-2
27. **DEFRANCESCHI M., 1996.** L'eau dans tous ses états .Edition.Ellipses
28. **DESJARDINS R., 1997.** Le traitement des eaux. 2^{em}Edition. Ecole polytechnique de montréal
29. **DEGREMENT G., 2005.** Mémento Technique de l'eau. Tome 01.Edition Tec et Doc.p39
30. **FRANK N.K., 1984 .**Manuel de l'eau. Edition. Tec et Doc et Lavoisier
31. **FRANÇOIS G., 2000.** Distribution et collecte des eaux .2^{em}Edition. Bière. p04
32. **FAO.STAT., 2012.** The agriculture production
Site : <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>
33. **GAY J.P., 1978.** Développement et croissance chez le maïs, aspect pratique. Edition. ASS .GENR.PRO. Maïs. Paris
34. **GAYJ.P., 1984.** Fabuleux maïs,histoire et avenir d'une plante. Edition.ASS .GENR.PRO. Maïs. Paris. p284-286
35. **GANJOUS D., 1989.** La pollution des milieux aquatique. 2^{em}Edition. Tec et Doc
36. **GODEN B., 1991 « a ».** Les constitutions des céréales : nature, propriétés et teneurs .Edition. Tec et Doc. Lavoisier. Paris.p.18
37. **GODEN B., 1991 « b ».** Les biotransformation des produits céréaliers. Edition. . Tec et Doc. Lavoisier. Paris. p.95.97

38. **GODEN B., WILLIM C., 1991.** Les industries de premières transformations des céréales. Edition. Tec et Doc .Lavoisier. France. p397.399
39. **GODEN B., LOISEL W., 1997.** Guide pratique d'analyse dans l'industrie de céréales. Edition Tec et Doc .Lavoisier. France. p702.703
40. **GERARD P., 2004.** Analyse physico-chimique. Edition. UCL/AC/ADST :HYDR
41. **HASLAY G., LECLERC H., 1993.** Microbiologie des eaux d'alimentation. Edition Tec et Doc .Lavoisier.
42. **HUBERT P., MARIN M., 2001.** Quelle eau boirons-nous. Edition. Fabienne Travers.
43. **INRA., 1999.** Un point sur.....l'eau. Tome II usage et polluants.
44. **JACOTOT B., CLAUDE J., 1992.** Nutrition et alimentation.2^{em}Edition. Masson. p.05
45. **KERR R.W., 1950.** Chemistry and industry of starch. Edition. Academic .Press .INC. New.york.p.37.49
46. **KOUAME S., ALEXIS K., 2009.** Institute national Félix Houphouët-Boigny de Yamoussoukro (Côte-D'ivoire)-Ingénieur des techniques agricole. Option agro-alimentaire
47. **KREMSA K., 2011.** Manuel Opératoires. Processus pour l'usine d'amidon maïserie de Tafna Maghnia. Algérie. Edition.BMA
48. **LAUMOUNIER., 1979.** Culture légumière et maraichère. Encyclopédie agricole. Tom II .J-B Baillière. France .p.257
49. **LEDER J., 1986.** Les céréales in encyclopédie moderne de l'hygiène alimentaire.p197-241
50. **LABORATOIRE CHRIST., 1988.** Manuel de l'unité.Station de traitement d'eau Unité Mais de Maghnia .

51. **LUVEN P., 1993.** Le maïs dans la nutrition humaine.Rome.Italie
52. **LEYRAL G., VIERLING E., 2001.** Microbiologie et toxicologie des aliments.Hygiène et sécurité alimentaire.3^{em} Edition. CNDP
53. **MOULE C., 1971.** Céréales. Edition. Maison rustique.vol.2.Paris.p.171-174
54. **MARCEL F., 1986.** Dictionnaire français d'hydrologie de surface. Edition. Masson. p.94
55. **MARGAT J., 1992.** L'eau dans le bassin méditerranéen, situation et perspective .Edition Corronica .p.39
56. **MOULTON J.L., 1994.** La qualité des produits alimentaires, politiques, incitation, gestion et contrôle. Edition. Lavoisier. p254-260
57. **MERCIER J., 2000.** Le grande livre d'eau. Edition la renaissance du livre. Collecte art de vivre. p.85-91
58. **MATRICON J., 2001.** Vive l'eau .Edition. Odile Zimmerman. p.17
59. **MAYBELLINE EXALANTE-TEN H., MAÏGA A., 2012.** Production et transformation du maïs.Co-Edition.ISF-CTA.P.7
60. **NOVA SCOTIA/NOUVELLE ECOSSE ENVIRONNEMENT., 2008.** Dans une goutte d'eau chlorure.
61. **NOTE 16-O2-2009 D'AUESCA.** Agence Européenne pour la Sécurité de la Chaine Alimentaire.
62. **PROOT J., 2001.** Les technologies propres appliquées aux industries agro-alimentaires.PDF ARIST BOURGOGNE.P.05
63. **RODIER J., 2005.** L'analyse de l'eau : eaux naturelle, eau résiduaires, eaux de mer.8^{em}Edition DUNOD
64. **REMINI B., 2005.** La problématique de l'eau en Algérie. Edition.OPU

65. **RODIER J., 2009.** L'analyse de l'eau : eaux naturelle, eau résiduaires, eaux de mer. 9^{em} Edition DUNOD

66. **RASTOIN J.L., 2000.** Une brève histoire économique de l'industrie alimentaire. PDF.p.61.71

67. **SATIN M., SELMI B., 1999.** Guide technique de l'assainissement .2^{em} Edition. Moniteur .p.75

68. **SEMINAIRE POLITIQUE PUBLIQUE DE L'ALIMENTATION., 2008-2009.**
L'eau propre une nouvelle modalité d'usage de l'eau dans la filière agro-alimentaire

69. **VAILLANT J.R., 1973.** Protection de la qualité des eaux .Edition .Eyrolles. p.14

SITE INTERNET :

- **CRISTOPHE P ., 2012 :** Publication SALLE PROPRE « eau ultra pure »

Site : <http://www.processpropre.fr/Archives-article/Fiche/950/Eaux-pures-et-ultrapures-%253A-traitements-et-usages>

- **OMS., 2014 :** Eau assainissement et santé.

Site : http://www.who.int/water_sanitation_health/mdg1/fr/

- **LENNTECH B.V., 1998 :** Traitement d'eau de chaudière

Site :

<http://www.lenntech.fr/applications/process/chaudiere/chaudiere/traitement-eau-chaudiere.htm>

- **PHOTO CYCLON ET HYDROCYCLONE :**

Site : <https://www.google.dz/#q=unit%C3%A9+hydrocyclone>

- **Tableau de consommation d'eau en IAA**

Site :

<http://environnement.wallonie.be/enviroentreprises/pages/voirTableau.asp?variable=syn-ali-cea-val>

- **WATER CLASS FACTORY PARIS** : Efficacité énergétique industrielle

Site <http://www.eau-industrie.com/traitement-eaux-industrielles>

- **WIKIPEDIA** : Définition IAA

Site : http://fr.wikipedia.org/wiki/Industrie_agroalimentaire

ANNEXES

ANNEXE I:

Tableau 01: Le NPP (nombre le plus probable)

Nombre de donnant une réaction positive			Indices N.P.P Pour 100 ml
1 Flacon de 50 ml	5 tubes de 10 ml	5 tubes de 1 ml	
0	0	1	1
0	0	2	2
0	1	0	1
0	1	1	2
0	1	2	3
0	2	0	2
0	2	1	3
0	2	2	4
0	3	0	3
0	3	1	5
0	4	0	5
1	0	0	1
1	0	1	3
1	0	2	4
1	0	3	6
1	1	0	3
1	1	1	5
1	1	2	7
1	1	3	9
1	2	0	5
1	2	1	7
1	2	2	10
1	2	3	12
1	3	0	8
1	3	1	11
1	3	2	14
1	3	3	18
1	3	4	21
1	4	0	13
1	4	1	17
1	4	2	22
1	4	3	28
1	4	4	35
1	4	5	43
1	5	0	24
1	5	1	35
1	5	2	54
1	5	3	92
1	5	4	161

Tableau 02: La norme Algérienne de potabilité NA 6360-1992

Paramètres	Niveau guide	Valeur maximale admissible	Observations
Facteurs organoleptiques			
Odeur	-	4	Au bout de 4 dilutions successives aucune odeur ne doit être perçue
Saveur	-	4	Au bout de 4 dilutions successives aucune odeur ne doit être perçue
Couleur	-	25	
Turbidité NTU	-	5	
PH	6,5 à 8,5		
Conductivité us/cm à 20°C	-	2880	
Résidu sec mg/l de après séchage à 100°C	-	2000	En correspondance avec la Minéralisation des eaux
Dureté totale mg/de CaCO ₃	100	500	
Calcium mg/L	75	200	

Magnésium mg/L	-	150	
Sodium mg/L	-	200	
Potassium mg/L	-	20	
Sulfates mg/L	200	400	
Chlorures mg/L	200	500	
Nitrates mg/L	-	50	
Nitrites mg/L	-	0,1	
Ammonium mg/L	0,5	0,5	
Phosphate mg/L	-	0,5	
Oxydabilité KMnO4 mg/L	-	3	
Oxygène dissous mg/L	5	8	
Aluminium mg/L	-	0,2	
Paramètres concernant les substances indésirables et toxiques			
Argent mg/L		0,005	
Arsenic mg/L		0,05	
Baryum mg/L		0,05	

Cadmium mg/L		0,001	
Cyanures mg/L		0,05	
Chrome mg/L		0,05	
Cuivre mg/L		Absence	
Fer mg/L		0,001	
Fluor mg/L		0,001	
Manganèse mg/L			
Mercure mg/L		0,0001	
Plomb mg/L		0,0005	
Sulfure d'hydrogène mg/L		0	Non décelable organoleptique
Sélénium		0	
Zinc mg/L		0	

Tableau 03: Norme algérienne du journal officiel N°57 Septembre 1994*Normes de potabilité des eaux de consommation (critères microbiologiques)*

	n	c	m
Germes aérobies à 37 °C/ml	1	-	10
Germes aérobies à 22°C/ml	1	-	10
Coliformes aérobies à 37°C/100ml	1	-	<10²
Coliformes fécaux par 100 ml	1	-	<10
streptocoques fécaux D/50 ml	1	-	Abs
Clostridium sulfito-réducteur à 46 °C	1	-	Abs
Clostridium sulfito-reducteur à 46°C/20ml	1	-	<5

n: Nombre d'unité d'échantillonnage du produit examine.

c : Nombre d'unité d'échantillonnage donnant des valeurs situées entre m et M du quel le produit est considéré comme état satisfaisant.

m : Nombre de germes présents dans 1 ml d'eau analysée, il correspond à la valeur au-dessus de laquelle la qualité de l'eau est considérée comme inacceptable.

Tableau 04: Norme de service pour l'eau de l'utilité de l'usine de Maïserie de Maghnia

Analyse	Eau brute	Eau filtrée	Eau Traitée	Eau mixte	Eau Dégazeur	Eau chaudières	Eau citerne
pH	$\leq 8 > 6$	/	≥ 8	7	≥ 8	≥ 11	8
Conductivité	$< 1700 \mu\text{s/cm}$	/	$10-40 \mu\text{s/cm}$	$< 200 \mu\text{s/cm}$	$10-40 \mu\text{s/cm}$	$< 3000 \mu\text{s/cm}$	$10-40 \mu\text{s/cm}$
TH	$< 70^\circ\text{F}$	/	0	5	0	$\leq 0,05$	0
TA	/	/	0	/	0	28-70	0
TAC	$< 30^\circ\text{F}$	/	0	3	0	40-100	0
Phosphate	/	/	Traces	/	Traces	40-80	Traces
Sulfate	/	/	/	/	Traces	40-80	Traces
Chlorure	< 400	/	Traces	50	Traces	< 700	Traces
SiO₂	14	/	≤ 1	/	≤ 1	/	/
Fer	Traces	$\leq 0,1$	Traces	0,05 max	Traces	/	Traces
SDI	/	< 5	/	/	/	/	/

Tableau 05: Résultats des analyses physico-chimiques de l'eau de l'usine de Maïserie de Maghnia

Paramètres	Unité	Normes de conforme	Ech 01	Ech 02	Observations
pH	-	6.5-8.5	7.8	7.2	conforme
T	°C	-	16,9	16,9	conforme
Conductivité	µS/cm	2880	850	840	conforme
Minéralisation	mg/L	1000	644,76	637,17	conforme
Salinité	%	1.5 -2	0.06	0,06	conforme
Turbidité	NTU	5	0,9	0,8	conforme
Cl ⁻	mg/L	500	220,1	255,6	conforme
	meq/L		6,2	7,2	
Ca ²⁺	mg/L	200	24,8	25,6	conforme
	meq/L		1,24	1,28	
	°F		6,2	6,4	
Mg ²⁺	mg/L	150	16,32	8,64	conforme
	meq/L		1,36	0,72	
	°F		6,8	3,6	
(Na ⁺ , K ⁺)	meq/L	-	5,9	6,4	--
Na ⁺	mg/L	200	126,5	136	conforme
	meq/L		5,5	5,9	
K ⁺	mg/L	20	15,6	19,5	conforme
	meq/L		0,4	0,5	
SO ₄ ²⁻	mg/L	400	2	2,5	conforme
	meq/L		-	-	
CO ₂	mg/L	-	4	12	-
TH	°F	10<TH<50	13	10	conforme

On sait que : 5°F = 1 meq /L

$C_{meq} = C_p / M \times Z$

$C_p = C_{meq} \times Z \times M$

$100 \times \sum \text{ions}^+ = C = 100 \times \sum \text{ions}^-$

$100 \times (Ca^{2+} + Mg^{2+} + Na^+ + K^+) = C$

$(Na^+ + K^+) = C / 100 - Ca^{2+} - Mg^{2+}$

Massa atomique de Ca²⁺ = 40 mmole/mg

Masse atomique de Mg²⁺ = 24 mmole/mg

Na⁺ = 93%

K⁺ = 07%

(Na⁺ + K⁺) = 100%

Tableau 06: Paramètres de production de l'usine de Maïserie de Maghnia

Désignation	Paramètres de production
Humidité de maïs nettoyé	12 % à 15%
Eau S02 pour trempage	0,20% à 0,25 %
Eau S02 pour lavage	0,08%
Durée de trempage	54h à 72 h
T°C de trempage	50 °C à 60 °C
Humidité maïs trempé	Max 4 ° B
Concentration liqueur de trempé	Max 50 % MS
Densité des bacs 20 B 04 ET 20 B 09	6,5 à 7,5 °B
Lait brut dans F1	5 à 5,5 °B, pH : 3,5 à 4,5
Lait demi raffiné dans 40 B08	18 à 20 °B, protéine brute 3,6 % Max
Lait d'amidon hydro cyclone vers F12	21 à 22°B, pH 4,5 à 6, protéine brut 0,35 % max
Lait de gluten demi raffiné bac 50 B O1	10g /L, pH 3,5 à 4,5
Lait de gluten sorti séparateur 50 S	120 à 140 g /L
Lait brut tamis F3	7,5 °B
Lait brut tamis F7- 01	5,5 °B
Humidité son sorti presse H1	55% à 60 %
Eau sorti presse son	Max 1°B
Humidité germe sorti presse H1	55% à 60 %
Eau sorti presse germe	Max 1°B
Humidité amidon hydraté	32 % à 36%
Humidité gluten hydraté	Max 62 %
Humidité germe sorti sécheur	Max 3%
Filtrat centrifugeuse	Max 7°B
Humidité amidon produit fini	11 à 13 %
Humidité gluten produit fini	10 à 13%
Humidité son produit fini	11 à 13 %
Humidité germe produit fini	Max 3 %
Préparation acide chloridrique	6,5 à 7 °B
Lait d'amidon acidifié	pH : 1,8 à 2,2

Température de conversion	130°C à 140 °C
Hydrolysa cyclone	DE 38% à 46 %, MS 32% à 38 %, pH 18 à 22
Préparation carbonate de sodium	6,5 à 7°C
Neutralisation hydrolysat	pH 4,8 à 5,2
Sirop de glucose produit fini	DE40% à 46 %, MS 80 % à 83% pH 4,5 à 5,6
Amidon acidifié pour dextrine blanche	pH 2,5 à 3,5
Amidon acidifié pour dextrine jaune	pH 2,5 à 3,5
Temps de repos	12 heures
Humidité sorti sécheur	1% à 2 %
Température torréfaction :	
Dextrine blanche	100°C à 120 °C
Dextrine jaunes	150°C à 180 °C
Dextrine produit fini	He 9 à 120 °C, pH 2,5 à 3,5
Solubilité en eau froide DBC produit fini	Max 5%
Solubilité en eau froide DBA produit fini	20% à 80 %
Viscosité dextrine jaune produit fini	40 Cp à 120 Cp
Humidité gluten hydrate	Max 62 %

ANNEXE II: Composition des milieux de cultures et des réactifs**1. Recherche des coliformes : bouillon lactose au bromocrésol (B.C.P.L.)****1.1. A double concentration :**

- extrait de viande de bœuf 6 gr
- peptone 10 gr
- lactose 10 gr
- pourpre de bromocrésol 0,06gr
- eau distillée 1000ml

PH : 6,7

AUTOCLAVAGE : 20mn à 120°C

1.2. A simple concentration :

- extrait de viande de bœuf 3 gr
- peptone 5 gr
- lactose 5 gr
- pourpre de bromocrésol 0,03gr
- eau distillée 1000ml

PH : 6,7

AUTOCLAVAGE : 20mn à 120°C

1.3. Recherche des coliformes fécaux milieux indole - mannitol (SCHUBERT) :

- tryptophane 0,2 gr
- acide glutamique 0,2 gr
- sulfate de magnésium 0,7 gr
- sulfate d'ammonium 0,4 gr
- citrate de sodium 0,5 gr
- chlorure de sodium 2 gr
- tryptone oxoid 10 gr
- mannitol 7,5gr
- eau distillée 500 ml
- tampon phosphate pH 7,6..... 500 ml

AUTOCLAVAGE : 115°C, 10mn

Préparation du tampon phosphate ;

- 500 ml d'eau distillée
- 1,44 gr de phosphate monosodique
- 9,21 gr de phosphate disodique

2. Recherche des streptocoques en milieu liquide :

2.1. Bouillon glucosé à l'acide de sodium (milieu de ROTHE) :

2.1.1. A double concentration :

- tryptone 40 gr
- glucose 10 gr
- chlorure de sodium 10 gr
- phosphate bipotassique 5,4 gr
- phosphate monopotassique 5,4 gr
- azide de sodium 0,4 gr
- eau distillée 1000 ml

PH : 6,8 -7

AUTOCLAVAGE : 15 mn à 121°C

2.1.2. A simple concentration :

- tryptone 20 gr
- glucose 5 gr
- chlorure de sodium 5 gr
- phosphate monopotassique 2,7 gr
- azide de sodium 0,2 gr
- eau distillée 1000 ml

PH : 6,8 – 7

AUTOCLAVAGE : 15 mn à 121°C

2.2. Bouillon glucosé à l'éthyl violet et azide de sodium (EVA) :

- tryptone 20 gr
- glucose 5 gr
- chlorure de sodium 5 gr
- phosphate bi potassique 2,7 gr
- azide de sodium 0,3 gr
- éthyl violet 0,0005 gr
- eau distillée 1000ml

PH : 6,8 – 7

- Remarque

Les milieux pour colimétrie (BCPL, milieu indole-mannitole reçoivent des cloches de Durham lors de la répartition).

5. Recherche de Clostridium

5.1 Gélose tryptone –glucose –extrait de levure (TGEA)

. Tryptone	5 gr
. Glucose	1 gr
. Extrait de levure	25 gr
. Gélose	15 gr
. E.D	10000 ml

PH : 7

AUTOCLAVAGE PENDANT 20 mn à 121°C

5.2 Gélose viande – foie (VF)

. Base Viande – foie	20 gr
. Glucose	0,75 gr
. Amidon	0,75 gr
. Sodium Sulfite	1,2 gr
. Fer citrevent ammoniacal	0,5 gr
. Sodium carbonate	0,67 gr
. Agar – agar	11 gr
. E.D	1000 ml

PH: 7,5

AUTOCLAVAGE PENDANT 15mn à 120°C

ANNEXE III: Fiche d'identification de la filiale :

Groupe d'affiliation: Spa Metidji Holding

Raison Sociale: Maïserie de Maghnia /Spa

Adresse du Siège Social : Route de Sebdou

B.P/108-maghnia-w-de Tlemcen

Limite géographique : au sud : unité de céramique de vaiselles

A l'est : terres agricoles

A l'ouest : entreprise de charpente métallique

Au nord : Habitations (logement de fonctions)

Téléphone : 043 31 40 04

Fax : 043 31 66 66

Email : am@groupe-metidji.com

Site : www.groupe-metidji.com

Statut Juridique : Société par actions

Montant du capital social : 1 .920.000.000 DA

Année de mise en exploitation : 1980

Nom de Constructeur : KLOCKNER INDUSTRIE AMLAGEN /BMA

Année de transfert : SNIC A ERIAD SBA 1983

Année de filialisation : 1998

Année de privatisation : ERIAD SBA A SPA METIDJI HOLDING en juin

2005

Lieu d'implantation : SIEGE DE LA FILIALE :MAGHNIA

Principales activités :Production et commercialisation des produits dérivés du maïs

Capacité installée : 200 t/j de maïs

Capacité actuelle : 100 t /j de maïs

Produit principaux :

Amidon

Sirop de glucose (atelier est à l'arrêt)

Capacité journalière des produits finis :

-Amidon + dextrines : 52,4T/J en matière sèche

-Gluten : 8,7 en MS

-Glucose : 58,1T/J en MS

-Germe : 11 ,5T/J en MS

-Son : 34 ,1T en MS

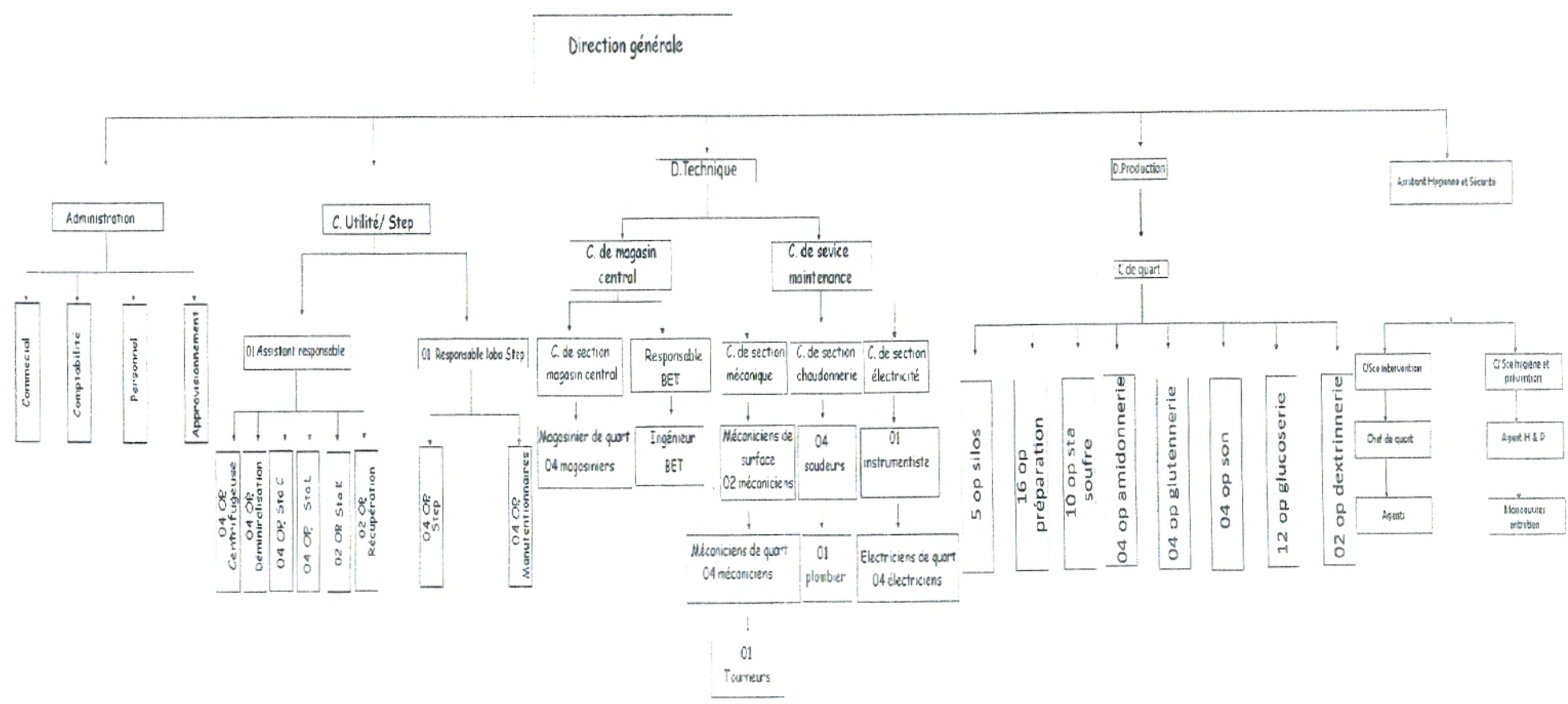
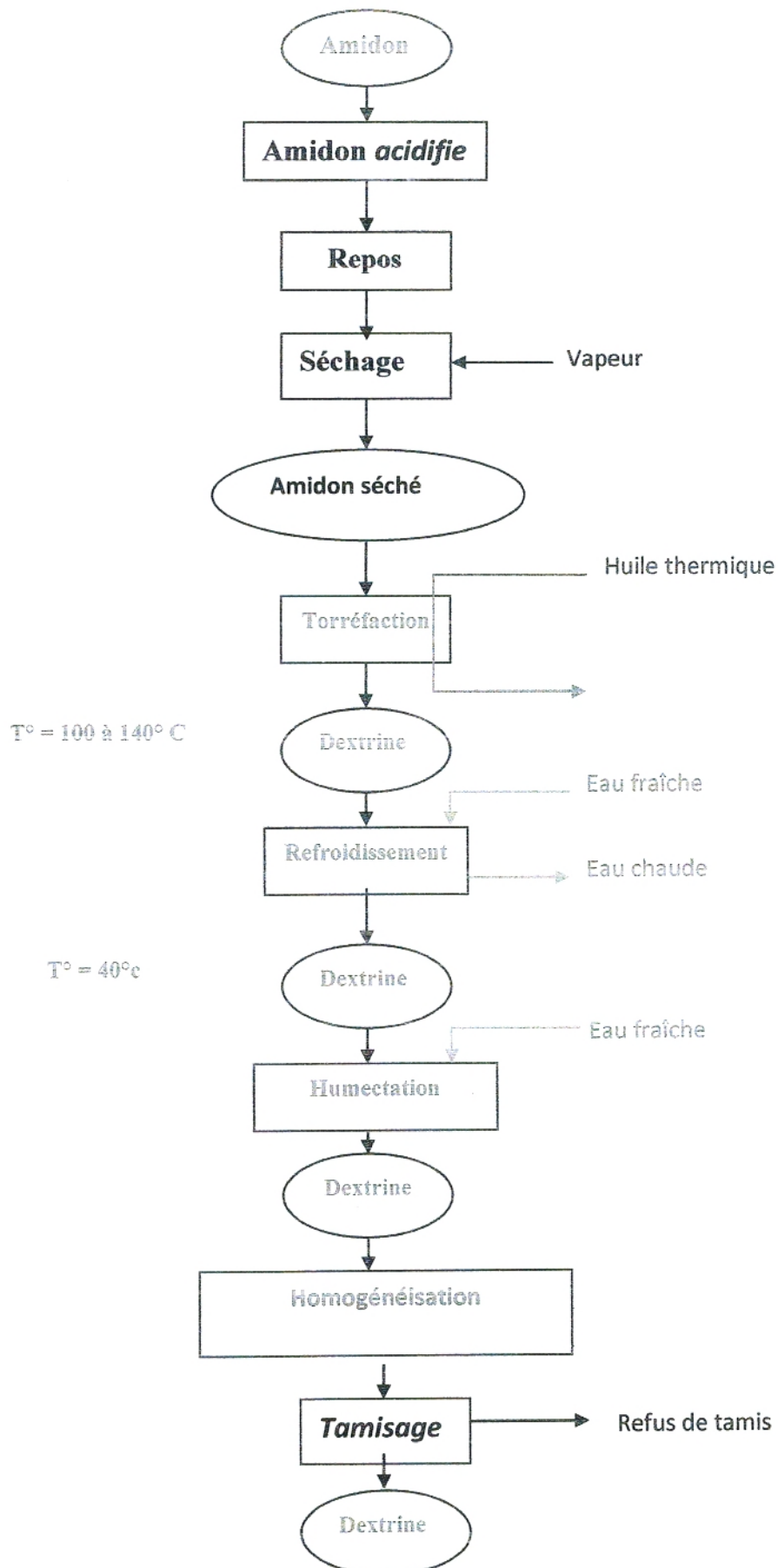
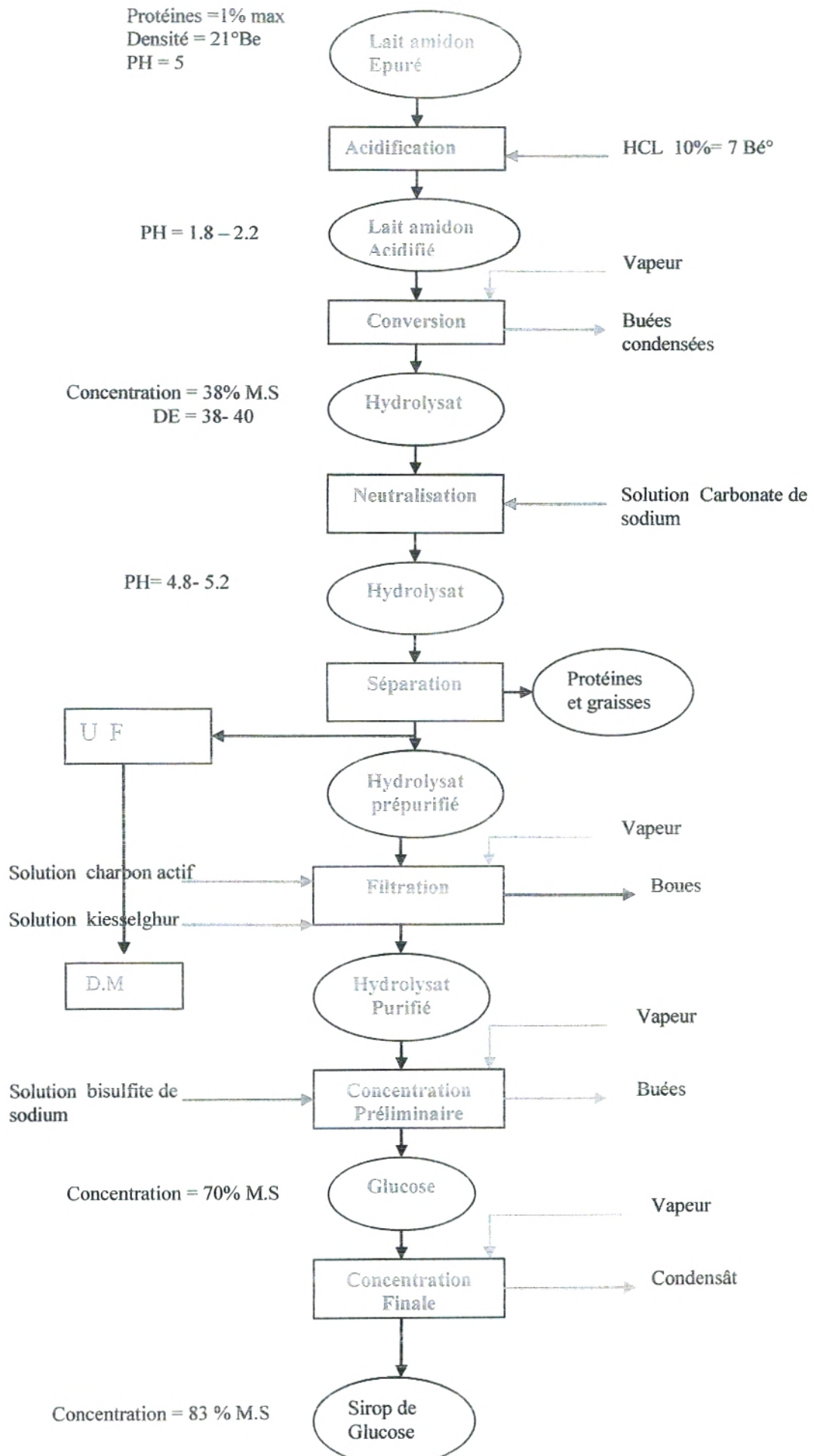


Figure 08: Organigramme du personnel de l'unité groupe METIDJI Maghnia

Process de fabrication de Dextrine





AMIDON

L'amidon de maïs est un hydrate de carbone que les plantes synthétisent par polymérisation du glucose. Il contient environ 27% d'amylose et 73% d'amylopectine.

Les granules d'amidon sont insolubles dans l'eau mais peuvent y être maintenus en suspension par agitation mécanique. Par augmentation de la température ou alcalinisation du milieu, ces granules absorbent l'eau, gonflent et forment un empis. Lorsque la concentration est suffisamment élevée, ce dernier s'épaissit après refroidissement et forme un gel irréversible.

C'est ainsi qu'à partir de l'amidon natif extrait des céréales ou des tubercules, pas moins de 600 produits différents ont été mis au point pour répondre aux besoins spécifiques des industries utilisatrices.

Caractéristiques physico-chimiques

- Aspect : Poudre blanche
- Goût et odeur : Neutre
- Humidité : 10 à 13 %
- Protéines brutes : 1% au maximum
- Protéines solubles : 0,1 % au maximum
- Matières grasses : 0,3 % au maximum
- SO₂ : 50 ppm au maximum
- pH : 4,5 à 6

Applications

- Industries alimentaires (Confiseries, Biscuits, Pâtes alimentaires, Produits laitiers)
- Industries textiles, papeteries
- Industries chimiques et pharmaceutiques
- Industries cosmétiques
- Industries du pétrole (forages)

Conditionnement

Ce produit est livré en sacs kraft de 25 et 50 kg net.



DEXTRINES

Les dextrines sont obtenues par la transformation de l'amidon sous forme granulaire au moyen d'une torrification à sec en présence d'acide chlorhydrique à faible concentration. L'opération de dextrinisation entraîne l'apparition d'un pouvoir réducteur et d'une solubilité partielle dans l'eau froide.

En faisant varier l'acidification, la température et le temps de torrification, une grande variété de dextrines blanches et jaunes peut être obtenue. La dextrine blanche est caractérisée par sa solubilité dans l'eau froide, alors qu'au contraire la dextrine jaune est caractérisée par sa viscosité.

Caractéristiques physico-chimiques

Dextrine blanche

- Aspect : poudre blanche
- Humidité : 10 à 12%
- pH : 3,0 à 4,0
- Solubilité : 5 à 75%

Dextrine jaune

- Aspect : poudre jaunâtre
- Humidité : 10 à 11%
- pH : 2,5
- Viscosité : 80 à 175 Cp

Applications

- Fabrication de colles et rubans adhésifs
- Fabrication de carton ondulé et de pâtes à papier
- Fabrication des enduits, peintures et encres
- Forage pétrolier

Conditionnement

Les dextrines sont livrées en sacs polypropylène de 50 kg.



LE SIROP DE GLUCOSE

Le sirop de glucose est une solution aqueuse de sucres nutritifs dérivés de l'amidon. Il est obtenu par hydrolyse acide de l'amidon et confère une plasticité qui améliore la structure et la texture des divers produits de la confiserie.

Son pouvoir sucrant étant moyen, le choix d'une combinaison adéquate avec le saccharose permet d'obtenir l'intensité sucrée désirée.

Le sirop de glucose se différencie essentiellement par son D.E. (Dextrose Equivalent) qui caractérise le degré de conversion de l'amidon en sucres : plus l'hydrolyse est poussée, plus la teneur en mono et disaccharides augmente et plus le D.E. est élevé.

Caractéristiques physico-chimiques

- Aspect : liquide, limpide
- Couleur : jaunâtre
- Goût : doux
- Odeur : neutre
- Humidité : 17 à 20%
- Baumé : 44 ±1%
- D.E. : 40 à 50%
- Cendres : 0,1 à 0,5%
- pH : 4,5 à 6,0
- SO₂ : 20 ppm

Applications

- Confiserie
- Pâtisserie industrielle
- Sirops et nappages
- Glaces de consommation
- Boissons et liqueurs
- Préparations à base de fruits
- Industries pharmaceutiques

Conditionnement

Le sirop de glucose est livré en citernes (vrac) ou en fûts métalliques d'un poids net de 300 kg.



GLUTEN ET AUTRES

Gluten

Produit obtenu en fin de cycle d'extraction de l'amidon des grains de maïs. Il est constitué essentiellement par le réseau protéique reliant les granules d'amidon.

Caractéristiques physico-chimiques

- Aspect : poudre jaunâtre
- Humidité : 10 à 13%
- Protéines brutes : 35 à 55%
- Matières grasses : 3 à 5%
- Matières minérales : 1 à 2%

Applications

- Ingrédient dans les pâtes alimentaires et les condiments
- Additif protéique en alimentation animale

Germe de maïs

Constituant du grain de maïs, riche en lipides (huile de maïs), extrait après un premier broyage grossier et séparé par un dégermeur.

Coques de maïs

Enveloppes et membranes du grain de maïs, obtenues après diverses séparations par centrifugation.

Liquueur de trempage (ou Corn steep)

Constituée de l'eau qui a servi au trempage du maïs, elle est composée des matières solubles du grain de maïs (matières minérales, vitamines hydrosolubles, acides aminés). De par sa composition très riche en éléments nutritifs, ce produit est utilisé dans les milieux de culture pour la fabrication des antibiotiques.





**MAISERIE DE LA TAFNA SPA
FILIALE DU GROUPE METIDJI HOLDING**

BULLETIN D'ANALYSES DU MAÏS

Fournisseur : GROUPE METIDJI HOLDING.

Echantillons moyens mensuels

Lieu : camions avant réception

Prélèvement et analyse effectué par : laboratoire

N°	DESIGNATIONS	Jan.	Fev.	Mar.	Avr.	Mai.	Juin.	Juil.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
1	taux de casse (%)	8.51	12.61	8.76	12.31	10.04	9.17	9.06	9.48	8.68	8.58	8.67
2	Matières étrangères (Saleté) %	0.2	0.32	0.14	0.12	0.24	0.11	0.25	0.14	0.34	0.23	0.55
3	Coque (poussière + débris) %	1.32	1.46	1.89	1.85	1.97	0.93	1.76	2.76	1.69	0.83	0.87

LE CHEF DE SERVICE LABORATOIRE

Maiserie de la Tafna, S.p.a. au capital de : 80.000.000 DA
BP N° 108 Route de Sebdo, Maghnia - 13300 - Tlemcen - Algerie.
Tél : + 213 43 31 68 38 / 33 19 FAX : + 213 43 31 52 32 www.groupe-metidji.com



RESUME

Les produits alimentaires destinés à la consommation humaine préparés avec de l'eau doivent respecter les normes de potabilités des eaux, ceci pour assurer la santé et le bien-être du consommateur.

Ce travail consiste à effectuer une étude qualitative et quantitative du point de vue organoleptique, physico-chimique et bactériologique de l'eau destinée à la transformation industrielle de maïs en amidon dans l'unité du Maïserie de Maghnia pour déterminer si l'eau respecte la réglementation.

Les résultats de nos mesures et analyses montrent que cette eau présente une dureté de 12°F, et une minéralisation moyenne de 640 mg/L, avec une teneur faible en Sulfates par rapport aux autres ions considérés comme le Calcium 24 mg/L, le Magnésium 16 mg/L et les Chlorures 250 mg/L.

Le suivi de la qualité bactériologique atteste l'absence des indicateurs de contamination fécale avec un taux en germes totaux nul.

On conclut que l'eau étudiée est de bonne qualité et apte pour la transformation industrielle de maïs, elle respecte la réglementation algérienne de potabilité des eaux en vigueur.

Mots clés : eau, industrie de maïs, eau en IAA, qualité, analyses physicochimiques, analyses bactériologiques, norme de potabilité

SUMMARY

The food products intended for human consumption prepared with water must meet the standards of potabilites of waters, this is to ensure the health and well-being of the consumer.

This work is to perform a qualitative and quantitative study of the point of view organoleptic, physico-chemical and bacteriological of the water intended for industrial processing of corn in to starch in the unity of the Misery of Maghnia to determine if the water complied with the regulations.

The results of our measurements and analyses indicate that this water has a hardness of 12 ° F, and a mineralization average of 640 mg/L, with a low content in Sulfates compared to other ions considered as Calcium 24 mg/L, Magnesium 16 mg/L and the chlorides 250 mg/L.

The follow-up of the bacteriological quality evidenced by the absence of indicators of fecal contamination with a rate in germs totals zero.

We concluded that the water studied is of good quality and suitable for the industrial processing of corn, it respects the algerian regulations of potability of waters in force.

Key words: water, industry of corn, water in IAA, quality, physicochemical analyses, bacteriological analyses, standard of potability

الملخص

إن هذا البحث يعرض دراسة نوعية و كمية من الناحية الفيزيوكيميائية و البكتريولوجية للماء المستعمل في الصناعة الغذائية للذرة بدلالة المعايير الوطنية المعمول بها لاستهلاك المياه من اجل صحة المستهلك.

و قد أظهرت نتائج القياسات لدينا أن هذا الماء فقير من الأملاح المعدنية خاصة الكبريت بالمقارنة مع الأملاح الأخرى الموجودة مثل الكالسيوم 24 ملغ/ل, المنغنيزيوم 16 ملغ/ل و الكلورور 250 ملغ/ل

أما النتائج البكتريولوجية فإنها تبين غياب كل مؤشرات التلوث.

نستنتج أن هذا الماء صالح للشرب و صالح للاستعمال في الصناعة الغذائية و هو ذو نوعية جيدة.

الكلمات المفتاحية:

المياه- صناعة الذرة- الماء في الصناعة الغذائية-التحاليل الفيزيو كيميائية-التحاليل الميكروبيولوجية-المعايير القياسية للشرب