

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Blida I
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département de Biologie et Physiologie Cellulaire



**Mémoire de Fin d'Études en Vue de l'Obtention du Diplôme de Master en
Sciences de la Nature et de la Vie**

Option : Microbiologie et Toxicologie Alimentaire

**Contrôle physico-chimique et microbiologique du couscous
fabriqué à base de blé dur au niveau de l'unité « Moula pates »
BLIDA**

Présenté par :

GHEZALI Hamid

Date de soutenance :

25 juin 2014

Devant les membres de jury :

- **Présidente : Mme KADRI F. MAA.UB1.**
- **Examinatrice : Mme AMAROUCHE N.MAA.UB1.**
- **Examinatrice : Mme DEFFAIRI D.MAA.UB1.**
- **Promoteur : Mr LARBI DOUKARA K. MAA. UB1.**

Année universitaire : 2013/2014

Dédicace

Avant toute dédicace je tiens à remercier « Allah » le tout puissant qui m'a donné le courage pour mener ce travail à terme.

Je dédie ce modeste travail à ma chère mère, symbole du sacrifice et du dévouement, qui m'a accompagnée durant tout ce parcours laborieux.

A ma très chère grande-mère que «DIEU» me la garde le plus longtemps possible in chaallah.

A mon père Omar, à qui je dois du respect, qu'il trouve ici l'expression de ma profonde reconnaissance pour tout l'effort et soutien incessant qui m'a toujours apporté.

A la mémoire de mon grand-père que «DIEU» le tout puissant l'accueille en son vaste paradis.

A mes frères et sœurs: Ali, Youcef, Naima, Fatiha.

A mes amis et amies : Ilyes, Hamid, M'hamed, Hiba, Imene, Hadjer.

A tous mes maitres qui ont jalonné ma scolarité et m'ont prodige leur savoir sans retenue.

A tous ceux qui m'ont soutenu de près ou de loin.

Et toute la promotion MTA 2012/2013

Hamid

Liste des abréviations

AFNOR : Association Française de Normalisation.

DM: dilution mère.

D/C : Double concentration.

FAO: Food and agriculture Organization.

°F : Degré Française.

g : Gramme.

G : Gonflement.

GH : Gluten Humide.

g H₂OSO₄/100g MS : Gramme d'acide Sulfurique par 100g de matière sèche.

GS: Gluten Sec.

H: Humidité.

h: Heure.

IG : Indice de Gonflement.

ISO : Organisation internationale de la normalisation.

JORA : Journal Officiel de la République Algérienne.

MG : Matière Grasse.

ml : Millilitre.

µm : Micromètre.

MS : Matière sèche.

NA : Norme algérienne.

NF : Norme Française.

OGA : Oxytétracycline Gélose Agar.

PE : Prise d'Essai.

pH : Potentiel d'hydrogène.

PHL : Poids a Hectolitre.

PMG: Poids à Mille Grains.

PS : Poids Spécifique.

S/C : Simple concentration.

SGM : Semoule Grosse Moyenne.

SM : Solution mère.

TA : Titre Alcalimétrique simple.

TAC : Titre Alcalimétrique Complet.

TH :Titre Hydrométrique.

TSE :Tryptone Sel Eau.

USA: United State of América.

V : Volume.

VF : Viande Foie.

Liste des figures

Figure n°1 : Histologie du grain de blé (composés nutritionnels).....	5
Figure n°2 : Cycle de la production de la semoulerie MOULA PATE.....	14
Figure n°3 : diagramme de la chaine de fabrication du couscous industriel (MOULA PATES).....	19
Figure n°4 : points de prélèvement des différentes analyses effectuées.....	23
Figure n°5 : préparation des dilutions.....	43
Figure n°6 :Recherche et identification des germes aérobies mésophile totaux dans l'eau de procès.....	45
Figure n°7 : Recherche et dénombrement des Coliformes totaux et fécaux dans l'eau de procès.....	47
Figure n°8 : Recherche et dénombrement des Streptocoque fécaux D dans l'eau de procès.....	49
Figure n°9 : Recherche et dénombrement des clostridium sulfito-réducteurs dans l'eau de procès.....	51
Figure n°10 : Recherche et dénombrement des Moisissures.....	53
Figure n°11 : Recherche et dénombrement des clostridium sulfito-réducteurs dans les matières premières et produits fini.....	56
Figure n°12 : Granulométrie de la semoule.....	64
Figure n°13 : Granulométrie du couscous.....	70
Figure n°14 : Gonflement à froid et à chaud du couscous.....	73

Liste des tableaux

Tableau n°1: Classification botanique du blé dur.....	3
Tableau n°2: Composition du blé en lipides.....	7
Tableau n°3: Teneur moyenne en vitamines de blé dur (exprimée en mg pour 100g de grains).....	7
Tableau n°4 : Composition biochimique de la semoule de blé dur.....	10
Tableau n°5 : Étapes de séparation utilisées pour le nettoyage du blé dur.....	12
Tableau n°6 : Les échantillons prélevé.....	22
Tableau n°7 : Résultats des analyses physico-chimique effectué sur l'eau de procès.....	57
Tableau n°8 : Le poids spécifique du blé dur 100% importé.....	58
Tableau n°9: Le poids de 1000 grains du blé.....	59
Tableau n°10 : Résultats du calibrage des grains de blé dur.....	59
Tableau n°11 : Classement des blés en fonction de leur degré de mitadinage.....	60
Tableau n°12 : Taux de mitadinage de blé dur.....	60
Tableau n°13 : Valeurs des impuretés rencontrées chez le blé dur analysé.....	61
Tableau n°14 : La teneur en eau de blé dur analysé.....	62
Tableau n°15 : Taux de cendre des grains de blé dur.....	62
Tableau n°16 : La teneur en protéines totales des grains de Blé.....	63
Tableau n°17 : La teneur en eau du couscous.....	64
Tableau n°18 : Le taux de cendre de la semoule SGM de blé dur.....	65
Tableau n°19 : L'indice de chute de la semoule de blé dur.....	66
Tableau n°20 : La teneur en gluten sec de la semoule de blé dur.....	67

Tableau n°21 : La teneur en gluten humide de la semoule de blé dur.....	67
Tableau n°22 : Coefficient d'hydratation des semoules.....	68
Tableau n°23 : La teneur en protéines totales de semoule.....	69
Tableau n°24 : Acidité grasse de la semoule.....	69
Tableau n°25 : La teneur en eau du couscous.....	71
Tableau n°26 : Taux de cendre du couscous.....	72
Tableau n°27 : Acidité grasse du couscous.....	72
Tableau n°28 : La teneur en protéines totales du couscous.....	73
Tableau n°29 : La délitescence du couscous.....	74
Tableau n°30 : Test de cuisson du couscous.....	75
Tableau n° 31 : Résultats des analyses microbiologiques effectuées sur l'eau de procès.....	76
Tableau n°32 : Résultats des analyses microbiologique effectuées sur le blé, semoule et le couscous.....	77

Résumé

Ce travail a pour objet de contrôler la qualité d'un couscous industriel «MOULA PATES» issu de semoule SGM de blé dur.

Pour notre projet, nous avons réalisé une étude physicochimique et microbiologique sur les matières premières et le produit fini (couscous moyen). Le couscous analysé présente une humidité acceptable (11,63%), un taux de cendre (0,77%), une acidité grasse (0,0315g H₂SO₄/100g MS) ce qui indique une bonne conservation, une teneur importante en protéines (13,60%). Il présente un bon gonflement lors de la réhydratation qui atteint 255% à froid et 264% à chaud et surtout il ne se colle pas, car il présente une faible délitescence, ce qui permet de dire qu'il a une bonne qualité technologique et culinaire.

Concernant les analyses microbiologiques, les résultats indiquent une absence totale des moisissures ainsi que des spores Clostridium sulfito-réducteurs.

Mots clés : Blé dur, semoule SGM, couscous moyen, contrôle, physico-chimique, microbiologique.

Abstract

The aim of this work is to control the quality of an industrial couscous « MOULA PASTES » resulted from semolina ALS of durum wheat.

For our project, we made a study physico-chemical and microbiological on the raw materials and the product finished (average couscous). The analyzed couscous has an acceptable moisture (11,63%), a rate of ash (0,77%), a fatty acidity (0,0315g H₂SO₄ / 100g MS) what indicates a good conservation, a significant content of proteins (13,60%). It presents a good swelling at the time of the rehydration which reaches 255% cold and 264% hot and especially it are not stuck, because it presents a weak efflorescence, which makes it possible to say that it has a good technological and culinary quality.

Concerning the microbiological analyses, the results indicate a total absence of the moulds as well as spores Clostridium sulfite-reducers.

Key words: Durum wheat, semolina ALS, average couscous, control, physicochemical, microbiological.

Sommaire

Introduction	1
Chapitre I : Etude Bibliographique	
1. Le blé dur.....	3
1.1. Caractéristiques générales du grain de blé dur.....	3
1.2. Structure et morphologie du grain de Blé dur.....	3
1.3. Composition biochimique du grain de blé dur	5
1.4. La qualité de blé dur.....	8
2. La semoule.....	9
2.1. Définition de la semoule.....	9
2.2. Classification des semoules.....	9
2.3. Composition biochimique de la semoule.....	9
2.4. Technologie semoulière.....	10
2.5. La qualité de la semoule.....	15
3. Le couscous.....	16
3.1. Définition du couscous.....	16
3.2. Composition biochimique et valeur nutritive.....	16
3.3. Procédés de fabrication du couscous industriel.....	16
3.4. Qualité du Couscous.....	20
3.5. Caractéristiques culinaires.....	20
Chapitre II : Matériel et Méthodes	
1. Objectif de travail.....	21
2. Matériel biologique.....	21
3. Matériels non biologique.....	21
4. Echantillonnage.....	22
5. Analyse physico-chimique.....	24
5.1. Analyses effectuées sur l'eau de procès.....	24
5.2. Analyses effectuées sur les grains (blé dur).....	29
5.3. Analyses effectuées sur la semoule	34
5.4. Analyses effectuées sur le couscous.....	38
6. Les analyses microbiologiques.....	40
6.1. Principe de l'analyse microbiologique.....	41

6.2. Les analyses microbiologiques effectuées sur l'eau de procès.....	44
6.3. Les analyses microbiologiques effectuées sur le blé, semoule et le couscous.....	52
Chapitre III : Résultats et discussion	
1. Résultats des analyses physico-chimiques.....	57
1.1. Résultats des analyses effectuées sur l'eau de procès.....	57
1.2. Résultats des analyses effectuées sur les grains de blé dur.....	58
1.3. Résultats des analyses effectuées sur la semoule.....	64
1.4. Résultats des analyses effectuées sur le couscous.....	70
2. Résultats des analyses microbiologiques.....	76
2.1. Résultats des analyses microbiologiques effectuées sur l'eau de procès.....	76
2.2. Résultats des analyses microbiologiques effectuées sur le blé, semoule et le couscous..	77
Conclusion	79
Références bibliographiques	81
Annexes	

Introduction

Depuis milliers d'années, l'homme cultivait les céréales car elles sont présentes sur tous les continents et contribuent à nourrir des milliers d'être humain, la céréale la plus cultivé est le blé (**Darrigol, 1978**).

Le blé est actuellement une des céréales les plus cultivées au monde avec une production annuelle totale de près de 680 millions de tonnes. Le blé dur est une céréale cultivée notamment dans tout le bassin méditerranéen. Du fait de sa faible résistance au froid et à l'humidité, sa culture nécessite un ensoleillement élevé. Aux vues de ces exigences, le rendement annuel est sujet à de fortes variations liées aux conditions climatiques (**Simoës, 2011**).

Le blé dur et la semoule qui en est extraite se prêtent aujourd'hui à la fabrication souvent industrielle d'un nombre extraordinairement diversifié d'aliment : galette, couscous, pâtes alimentaires..., pour ne citer que les plus connus. Cette diversité d'usage, le blé dur la doit à sa capacité en protéines, à l'amidon qui constitue la plus grande partie du grain, les lipides, pentosanes, enzymes (**Feillet, 2000**).

Le couscous est un produit traditionnel fabriqué à partir du blé dur ; Cependant, il n'existe pas de définition spécifique du couscous dans la réglementation, celui-ci est simplement apparenté à la famille des produits issus du blé dur, le plus fabriqué et le plus apprécié par la population rurale et urbaine du Maghreb (**Guezlane et Senator, 1985**).

Le couscous est un plat nord-africain d'origine berbère, très répandu en Algérie. Couscous désigne aussi les granules sphériques obtenues par agglomération de semoule de blé dur, celles-ci pouvant être fines, moyennes ou grosses.

D'unpoint de vue nutritionnel, le couscous est un aliment complet constitué de protéines, fibres, glucides, et vitamines et pauvre en lipides et en sodium.

La fabrication du couscous se fait au moyen d'un roulage suivi d'une phase de pré-cuisson à la vapeur puis d'une phase de séchage, il est fabriqué à base de semoule de blé par un procédé industriel ou artisanal (**Guezlane, 1993**).

En Algérie, Le couscous n'est pas seulement le "plat national" mais il fait partie de la viequotidienne de la famille algérienne ; la semaine ne saurait se terminer sans le plat ducouscous du vendredi.

Dans ce cadre, notre étude porte sur l'évaluation de la qualité d'un couscous industriel moyen fabriqué par l'unité «MOULA PATES» en partant de la matière première qui est le blé dur jusqu'aux produits fini en vue de l'obtention de produits alimentaires commerciales et lucratifs largement consommés par notre société qui devra plaire au plus grand public.

Cette étude basée sur deux parties essentielles :

- La première pour l'étude physicochimique de la matière première et le produit fini.
- La deuxième pour l'étude microbiologique de la matière première et le produit fini.

2. La semoule

2.1. Définition de la semoule :

La semoule constitue le produit fini issu de la transformation du blé dur par le procédé de la mouture. Elle comporte des fragments de l'amande du grain aussi purs que possible dont la taille granulométrique est supérieure à 150 μ m (**Bailly, 1985**).

Selon le **Codex Standard(1991)**, La semoule est le produit obtenu à partir des grains de blé dur par procédés de mouture ou de broyage au cours desquels le son et le germe sont essentiellement éliminés, le reste étant broyé à un degré de finesse adéquat. La semoule complète de blé dur, est préparée par procédé de broyage similaire, mais le son et une partie du germe sont préservés.

2.2. Classification des semoules :

Selon **Boukhemia (2003)** ; en Algérie, les semoules sont classées en fonction de leurs grosseurs :

- Semoules Grosses (SG) : La dimension des particules est comprise entre 900 et 1100 μ m, destinées à des usages domestiques ;
- Semoules Moyennes (SGM) : Comprise entre 550 et 900 μ m, destinées à la fabrication des galettes et du Couscous ;
- Semoules Sassées Super Extra (SSSE) : Comprise entre 190 et 550 μ m, destinées à la fabrication des pâtes alimentaires ;
- Semoules Sassées Super Fines (SSSF) : Comprise entre 140 et 190 μ m, proviennent des couches périphériques du grain.

2.3. Composition biochimique de la semoule :

D'après **Boudreau et Menard (1992)**, elles contiennent en ordre d'importance : l'amidon, les quatre classes de protéines (albumine, globuline, gluténine et gliadine), les lipides, les sels minéraux et enzymes (Tableau n°4).

Tableau n°4 :composition biochimique de la semoule de blé dur.

Elément minéraux	Teneurs (mg/100g)	Vitamines	Teneurs (mg/100g)	Principe énergétique	Teneurs (mg/100g)	Calories	Fibres
P	143-145	B1	0,2-0,4	Les protéines	12,6	1455kj 350kcal	4g
Ca	20-24	B5	0,44-0,6	Les lipides	1,2		
Mg	40-44	B6	0,13-0,17				
K	193-198	Pp	2,7-3	Les glucides	70,4		

(Boudreau et Menard, 1992)

2.4. Technologie semoulière :

Selon **Godon etWillm (1991)**, l’objectif de la première transformation est d’isoler l’albumen des parties périphériques (à savoir des enveloppes, la couche à aleurone et le germe). C’est une opération de fragmentation et de séparation (Figure n°2).

2.4.1. La réception du Blé :

L’approvisionnement en matière première (blé dur) dans une semoulerie se fait généralement au moyen de camions, qui dès leur arrivées passent par un pont bascule pour vérifier la quantité de Blé reçue. Selon **Boudreau et Menard(1992)**, à ce niveau, un échantillon de blé est immédiatement prélevé et envoyé au laboratoire afin d’être analysé.

2.4.2. Le pré-nettoyage :

Ila pour but d’éliminer les grosses impuretés avant le stockage du blé dans les silos ou dans les cellules de mélange, selon les étapes suivantes(**Boudreau et Menard, 1992**) :

-une trémie de réception : qui permet la rétentionde grosses impuretés telles que : Pailles, bois, cailloux, pigeons, rongeurs et ou l’on peut examiner le passage des quantités livrées.

-un grand aimant : permettant l'élimination des particules ferriques.

-un séparateur rotatif : assurant une séparation sommaire des produits en fonction de leur taille.

2.4.3. Le nettoyage :

Les grains de blé doivent être débarrassés de toutes leurs impuretés avant être envoyés sur le premier broyeur (B1) à savoir les grains d'autres céréales, les pailles, les petites pierres et les pièces métalliques (**Feillet, 2000**). Les étapes de nettoyage du blé sont présentées comme suit (Tableau n°5) :

- **Triage** : Les installations de triage s'utilisent pour la séparation et le calibrage suivant la longueur de n'importe quels produits granulaires c'est-à-dire de quels produits ayant presque la même épaisseur et largeur, mais différent entre eux par la longueur. (**Buhler, 2001**).
- **Brossage** : L'étape de triage est complétée par une action mécanique de brossage des grains visant à détacher les poussières y adhérentes (**Godon et Willm, 1998**).
- **Lavage** : le nettoyage de blé est souvent complété par le lavage, il a pour but d'enlever la poussière et de permettre aussi l'élimination la plus complète des corps étrangers (**Godon, 1991**).

Tableau n°5 : Étapes de séparation utilisées pour le nettoyage du blé dur.

	Nom de l'opération	Machines	Critère de séparation	Nature des impuretés
01	Tamissage ou calibrage	Nettoyeur-Séparateur	Taille	Grosses et Petites
02	Aspiration	Tarare	Masse	Poussière
03	Épierrage	Épierreur	Densité	Pierre
04	Triage	Trieur	Forme	Grains longues, rondes ou hélicoïdal
05	Récupération des grains cassés	Table Densimétrique	Densité	Impuretés plus légers
06	Séparation de l'ergot	Toboggan	Masse	Ergot

(Abecassis, 1991)

2.4.4. Préparation du blé à la mouture :

Cette opération pour but :

- De séparer facilement l'écorce du grain de l'amande.
- D'amener l'amande dans un état physique tel que sa réduction en semoule sera obtenu le plus rapidement (**Boudreau, 1992**).

2.4.5. LaMouture :

La structure anatomique du grain de blé présente la particularité que l'ensemble descouches histologiques se replis à l'intérieur de grain pour constituer le sillon ce qui conduit au développement d'un procédé original de première transformation du blé que l'on appelle procédé de mouture, impliquant les mêmes opérations unitaires ; après nettoyage et préparation des grains quelque soit le type de blé considéré (**Godon et Willm, 1998**).

- **Broyage** : Le broyage est réalisé grâce à des appareils à cylindre cannelés tournant en sens inverse et à vitesses différentes (**Feillet, 2000**). La séparation de l'amande et des enveloppes le broyage constitue une des étapes déterminantes de la mouture du blé dur, comme dans le cas du blé dur il a pour fonction de séparer avec une production minimale de produits finis (**Buhler, 2001**).

- **Blutage ou tamisage** : Cette opération s'effectue après chaque passage dans un appareil à cylindre (broyeur et convertisseur). Elle permet le classement des produits en différentes tailles. Le passage des éléments à travers le tamis et ce qui reste sur le tamis c'est le refus. En meunerie moderne, la machine utilisée est le plansichter. (**Ocrim SPA, 2000**)

- **Sassage** : Consiste à épurer toutes les semoules produites écrasement et classement en les débarrassant au maximum des particules de son qui s'y trouvent encore mélangées. Les «sasseurs» assurent cette opération, ils sont pourvus de tamis adéquats. (**Feillet, 2000**).

- **Convertissage et claquage** : Sont effectués dans des appareils à cylindre lisse respectivement des convertisseurs et des claqueurs.

Ces deux opérations visent à réduire la granulométrie des semoules qui les alimentent et ne se différencient l'une de l'autre que par l'origine et la nature des produits traités, des convertisseurs reçoivent des semoules purifiées, les claqueurs reçoivent des semoules vêtues (amande + enveloppes) (**Feillet, 2000**).

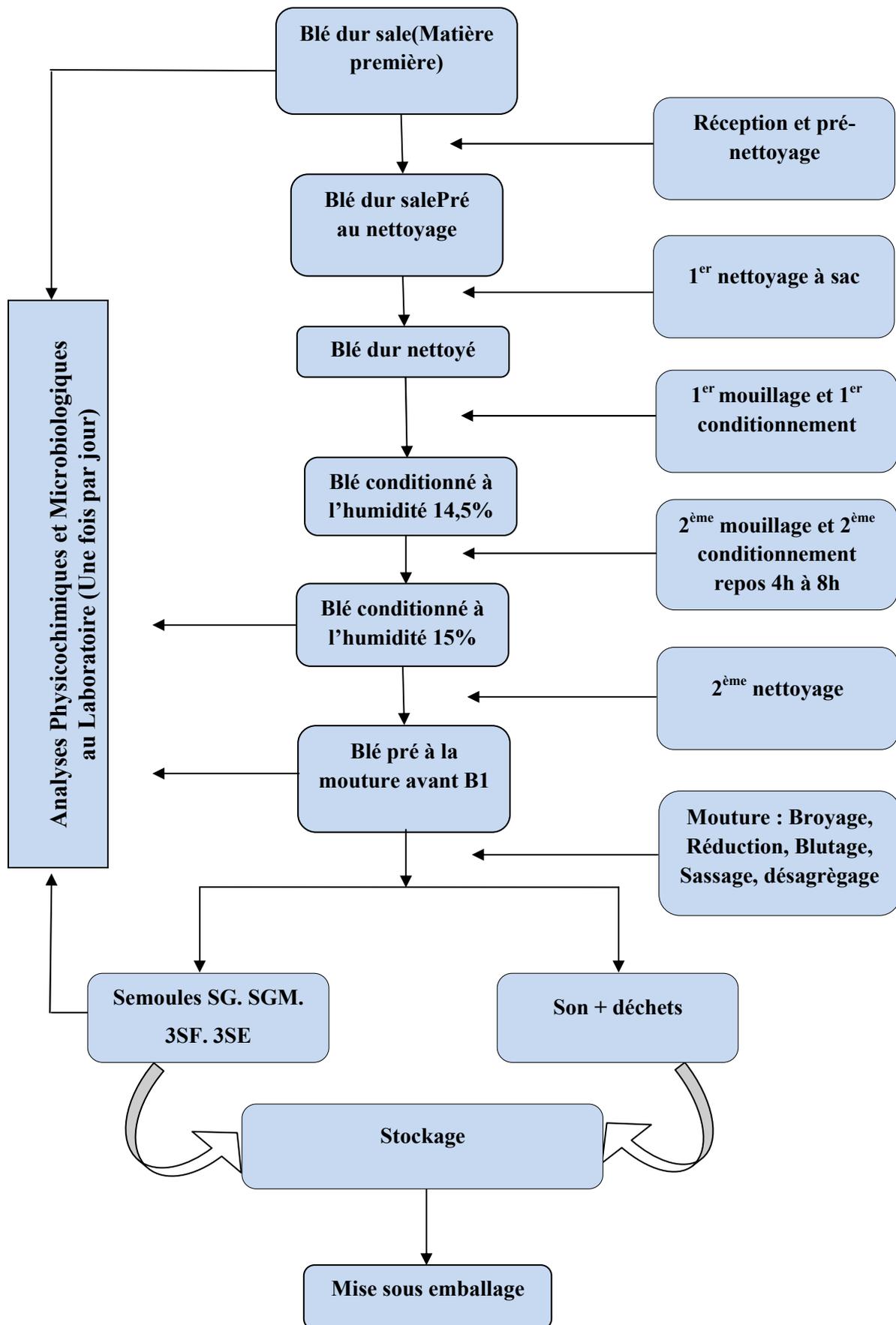


Figure n°2 : Cycle de la production de la semoulerie MOULA PATES

2.5. La qualité de la semoule :

On peut définir la qualité de la semoule en fonction de la qualité du produit fini. Plus une semoule est indemne de piqures, plus elle est considérée comme pure. La couleur jaune ambrée des semoules est fonction du facteur génétique mais également des conditions de transformation du blé (nettoyage, conditionnement, mouture) pour la fabrication des pâtes alimentaires, on recherche des semoules pures et non contaminées par le son ou par la présence de moucheture avec une qualité protéique satisfaisante. Pour la fabrication du couscous, on recherche des semoules pures, de couleur ambrée avec une granulométrie homogène et une bonne teneur en gluten (**Autran *et al.*, 2000**).

1. Le blé dur

1.1. Caractéristiques générales du grain de blé dur :

Le blé dur *Triticum durum* est une monocotylédone qui appartient à la famille des *Gramineae*. C'est une Céréale annuelle dont le fruit sec indéhiscent, appelé caryopse ou akène, est constitué d'une graine unique intimement soudée à son péricarpe (Boullard, 1997)(Tableau n°1).

Génétiquement le blé dur est appelé ainsi en raison de la dureté de son grain il est issu du croisement naturel entre deux espèces sauvages *Aegilops speltaoides* et *Triticum boeoticum*. C'est une espèce tétraploïde à 28 chromosomes. Le blé dur est la céréale la plus cultivée en Algérie, son grain transformé en semoule est utilisé dans l'alimentation humaine avec une consommation moyenne de 105 Kg/habitant/an (Zaghouane et al., 2003).

Tableau n°1: Classification botanique du blé dur.

Famille	Gramineae
Sous famille	Festucoedae
Tribu	Triticeae-Aveneae
Soustribu	Triticieneae
Genre	<i>Triticum</i>
Espèce	<i>Triticum durum</i>

(Feillet, 2000).

1.2. Structure et morphologie du grain de Blé dur :

Le grain du blé est un caryopse, c'est un fruit sec. Il est de couleurs blanchâtre à brunâtre selon l'espèce, blé dur ou blé tendre, et selon les variétés (Hamadache, 2001).

Du point de vue morphologique le blé dur se distingue par plusieurs caractéristiques physiques telles que la forme de grain allongée (6 à 9 mm de longueur et de 2,2 à 3,2 mm d'épaisseur), un sillon ouvert, des enveloppes blanches ambrées et surtout par une amande très vitreuse et résistante à l'écrasement (Jeantet et al., 2007), (Franconie, 2010).

D'après Feillet (2000), le grain de blé comprend trois parties essentielles qui sont de l'extérieur à l'intérieur : les enveloppes, l'amande et le germe (Figure n°1).

1.2.1. Les enveloppes :

Représentent 13% du grain sont soudées à l'albumen et constituées de couches de cellules superposées (épicarpe, mésocarpe, endocarpe et d'une assise protéique). Les parties constituants sont riches en matière minérales, et possèdent également une teneur élevée en fibres et en acide phytique, considéré comme une forme de stockage de phosphore dans les grains à maturité (**Boudreau et Menard, 1992**).

1.2.2. L'amande :

Encore appelée endosperme, elle constitue 85% du grain de blé, contre 12% pour les parties externes (péricarpe et assise protéique) et 3% pour le germe (et le scutellum). L'amande est formée de grains d'amidon enchâssés dans une trame constituée des particules d'une protéine : le gluten. Le gluten est abondant dans la partie externe de l'amande. L'amidon est quantitativement le constituant principal du grain de blé (**Darrigol, 1978**).

1.2.3. Le germe :

Représente 3% du poids du grain et constitue la future plante. Il forme de l'embryon et du scutellum, qui entoure l'embryon, le protège et joue un rôle nourricier grâce à sa richesse en protéines, matières grasses et vitamines (**Fredot, 2006**).

Le germe constitue la future plante et assure l'identité génétique de la variété, il est riche en lipides (48%), en protéines (25%), en glucides (20%), renferme plusieurs enzymes et riche en vitamines du complexe B et vitamine E (**Bourdeau et Menard, 1992**).

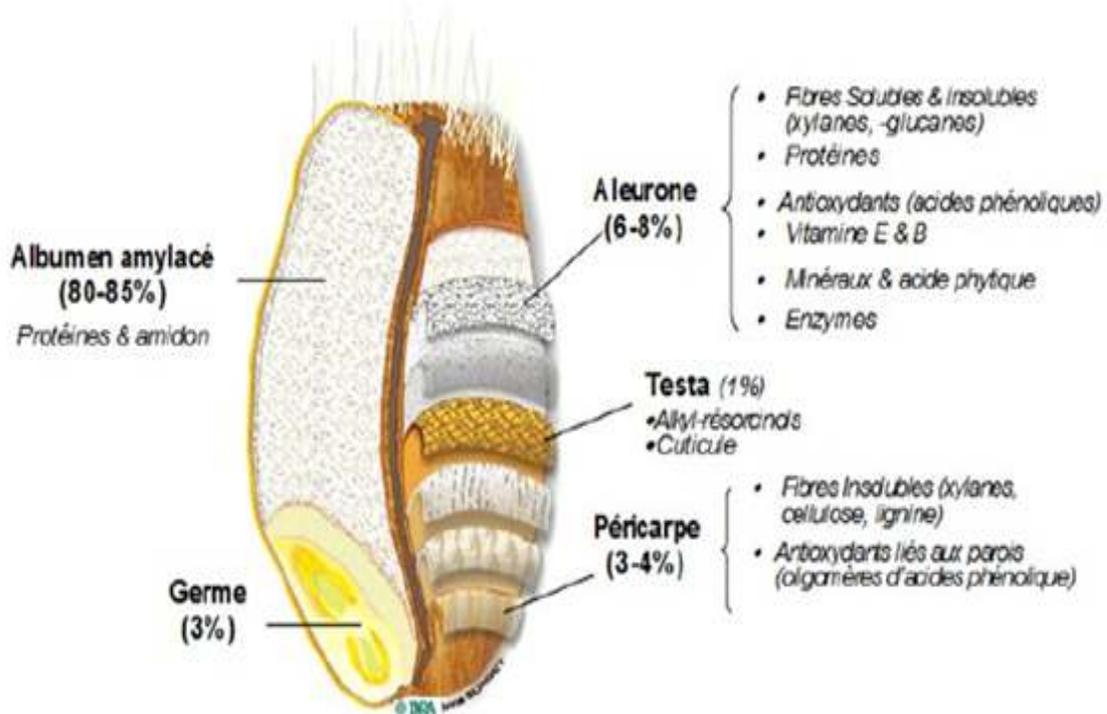


Figure n°1 : Histologie du grain de blé (composés nutritionnels) (Micard et al., 2009).

1.3. Composition biochimique du grain de blé dur :

1.3.1. L'eau :

Selon **Okandza (2000)**, le grain de blé à la récolte peut avoir une teneur en eau comprise entre 15% et plus de 21% selon le climat des zones de cultures, la moyenne courante est de 13 à 14%.

Selon **Godon et Willm (1998)**, les grains des céréales sont particulièrement déshydratés, leur teneur en eau est environs de 14% pour le blé dur, la teneur en eau joue un rôle important dans l'altération de la semoule.

1.3.2. Les glucides :

Les glucides sont les composants les plus importants du grain de blé représentant 80% de de la matière sèche (poids de grain). Il se compose généralement de l'amidon, des pentosanes, et de cellulose :

- L'amidon : les amidons sont des polysaccharides végétaux, physiologiquement se sont des substances de réserve (**Cheftel, 1992**).

- Les pectosanes : représentant 6 à 8% du grain, leur teneur dans les grains est une caractéristique fortement héritable (**Feillet, 2000**).
- La cellulose : constitue l'élément majoritaire de la paroi cellulaire des végétaux. C'est un polymère glucidique de haut poids moléculaire, constitué en moyenne de 3000 unités de glucose. Il représente 2% de la matière sèche(**Godon,1991**).

1.3.3. Les protéines :

Ce sont des enchainements d'acides aminés leurs principales fonctions alimentaires sont :

-Des fonctions nutritionnelles: par l'apport d'acides aminés essentiels et de peptides à activité biologique.

-Des fonctions organoleptiques : par leurs contribution à la couleur des aliments, la texture(capacité de rétention d'eau), et à la saveur (**Jeantet et al., 2006**).

Dans le grain de blé il existe 2 types de protéines : les protéines solubles (albumines et globulines) et les protéines insolubles (prolamine ou glianine et glutéline).

Les gluténines et gliadines constituent 80 à 90% des protéines totales du blé et forment le gluten qui est responsable de l'élasticité de la pâte.

1.3.4. Les lipides :

Représentent 1,5 à 3,5% du poids total du grain, les interactions des lipides endogènes avec les protéines notamment, modifient les propriétés fonctionnelles du gluten et contribuent à la régularité de la structure alvéolaire (**Boudreau et Menard,1992**)(Tableau n°2).

Tableau n°2:Composition du blé en lipides

Fraction du grain	Lipides totaux (% ms)
Grain entier	1,5- 3,5
Péricarpe	0,5- 1,5
Couche à aleurone	6- 18
Germe	10- 30
Amidon	0,8- 1,2
Son	4,5- 6
Semoule	1,4- 2

(Feillet, 2000).

1.3.5. Les vitamines :

Selon **Godon et Wilm(1998)**, leur teneur est beaucoup plus faible que celle des autres constituants ; elle s'exprime en mg de grains. Cependant leur intérêt nutritionnel est important. Les vitamines les plus importants sont figurées dans le tableau n°3 :

Tableau n°3: Teneur moyenne en vitamines de blé dur (exprimée en mg pour 100g de grains)

Espèce	Thiamine B1	Riboflavine B2	Niacine	Pyridoxine B6	Tocophérols E
Blé dur	0,52	0,12	6,00	0,50	2,0

(Godon et willm, 1998)

1.3.6. Matières minérales :

Selon **Godon et Willm (1991)**, la teneur moyenne en matières minérales du grain du blé est d'environ 1,8%, leur concentration dans la couche à aleurone est 0,5 à 1% dans l'albumen amylicé ; ces teneurs sont relativement fixes quelles que soient les conditions externes dans lesquelles la céréale a été cultivée.

Le potassium (K) et le phosphore (P) eux seuls constituent près de 50% de matières minérales.

Tous les sels minéraux, qui contribuent au fonctionnement harmonieux du corps humain, sont présents dans le germe de blé, dans des proportions compatibles avec les exigences de l'organisme : le phosphore, le sodium, le magnésium, le potassium, le fer et le soufre.

1.3.7. Les fibres alimentaires :

Ce sont des polysaccharides non amylacés indigestibles par l'homme. Principaux constituant des parois de l'albumen (70 à 80%) selon **Jeantet et collaborateurs(2007)**, elles représentent 6 à 3 % de la semoule. Parmi ces fibres :

- La cellulose
- Les bêta-glucanes
- Les pentosanes

1.3.8. Les enzymes :

Les enzymes localisées dans le grain de blé sont : la carboxylase, lipase, lipoxygénase, alpha-amylase, beta-amylase et protéase. L'activité la plus importante sur le plan technologique est celle qui affecte l'amidon, les lipides et les protéines (**Moll et Moll, 2008**).

1.4. La qualité de blé dur :

Dans le cas des blés la notion de qualité est assez variée et peut couvrir plusieurs aspects : agronomiques, alimentaires...ect. Ces aspects sont en fonction de l'étape concernée (production, stockage, transformation) (**Rousset et Autran, 1970**).

Selon **Mebtouche(1998)**, la qualité du blé dur est complexe, elle se trouve conditionnée par des habitudes alimentaires, par les spécificités des blés et par les technologies de transformation utilisées.

Un "bon" blé dur est celui qui satisfera le consommateur, le vendeur et le fabricant de pain, de couscous ou de pâte qui recherche une matière première lui permettant de transformer convenablement une "bonne" semoule en un "bon" produit fini (**Trentesaux, 1995**).

3. Le couscous

3.1. Définition du couscous :

Le couscous est un produit composé de semoule de Blé dur à laquelle est ajoutée pour l'agglomérer, de l'eau potable et soumis à des traitements physiques (malaxage et roulage) et à des traitements thermiques (pré-cuisson et séchage). Aucun autre ingrédient n'est ajouté sauf le sel, éventuellement présent dans l'eau d'hydratation utilisée pour l'agglomération de la semoule (AFNOR, 1991).

3.2. Composition biochimique et valeur nutritive :

A l'exception d'une déficience en certains acides aminés essentiels tels que la lysine, le blé dur constitue une source saine et importante dans l'alimentation. En plus d'une teneur importante en glucides (60% - 69%) un apport moyen en protéines (07% - 18%) et une faible teneur en lipides (1 - 2%) dont 70% sont sous forme d'acides gras insaturés. Il faut rappeler que, le blé dur contient aussi pratiquement tous les minéraux avec 50% en phosphore et en potassium ainsi que les vitamines dont les plus importants sont la thiamine, la riboflavine et la pp. Cependant, la transformation du blé dur en semoule engendre la perte de plusieurs composantes contenant dans le germe, et les enveloppes notamment les vitamines et les minéraux. (Djender et al., 2004).

La composition biochimique et valeur nutritive du couscous sont les même que celles précédemment détaillées pour la semoule de blé dur.

3.3. Procédés de fabrication du couscous industriel :

Le procédé de fabrication du couscous industriel est inspiré de la méthode manuelle, les grandes étapes de fabrication sont les suivantes (Figure n°3):

3.3.1. Hydratation et malaxage :

Le but de cette opération est de préparer et d'amalgamer le mélange eau/semoule et de le rendre apte à la production du couscous, en faisant en sorte que les composants se mélangent de façon constante et dans les proportions préalablement fixées.

Mélange de semoule de blé dur (100 kg), d'eau (30 L), et parfois de sel (0.3 – 0.5 kg), cette opération dure environ 15 à 25 min(Feillet, 2000).

3.3.2. Roulage :

Roulage des particules de semoule pour les agglomérer en grains de dimension variable, habituellement comprise entre 500 et 800 μm , parfois plus, cette opération est réalisée dans des cylindres alvéolés rotatifs (rouleurs) ou de simples plansichters (Feillet, 2000)

Selon Yousfi (2002), les cylindres alvéolés sont des tambours rotatifs dans les quels la semoule est roulée par frottement des palettes sur une toile en sens inverse du tambour. Le module a pour fonction de rouler et de tamiser en même temps le produit, alors que, le plansichter est composé de deux tamis munis d'un mouvement circulaire. Il assure le roulage et le calibrage simultané du produit.

3.3.3. Cuisson

Selon Boudreau et Menard (1992), la cuisson s'effectue à la vapeur à une température de 180°C pendant 8 minutes. La section de cuisson à la vapeur est composée de quatre éléments dont l'ensemble est monté sur robuste charpente métallique, et le tunnel de vaporisation est construit en acier inoxydable à double paroi isolée et équipée de portes d'insertion afin de pouvoir effectuer aisément les opérations de nettoyage.

Ces éléments sont :

- **Distributeur:** le couscous déposé sur le tapis roulant en couche est égalisé en largeur grâce à un distributeur réglable. Cet appareil est constitué de vis sans fin en acier inoxydable à enroulement dans les deux sens (à droite et à gauche) à partir du centre.
- **Tapis transporteur:** se localise à l'intérieur du tunnel de vaporisation, ses mailles permettent juste le passage des vapeurs, il tourne à vitesse réglable qui permet ainsi le contrôle du temps de cuisson. Après chaque déchargement, ce tapis passe sur une brosse qui le débarrasse des dépôts qui restent collés.
- **Concasseur (démotteur):** à la suite du cuiseur, le couscous passe dans un démotteur qui provoque la rupture des grumeaux du couscous cuit qui est transporté par la suite vers les rotantes.
- **Aspirateur vapeur:** a pour but de capter la vapeur en excès qui n'est pas utilisée et qui, autrement, se répandit dans le milieu ambiant.

3.3.4. Séchage :

Le séchage est l'un des principes généraux sur lesquels est basée la conservation du couscous. En effet, c'est la phase la plus importante et la plus délicate de la conservation après l'étape de roulage. Il doit faire suite immédiatement aux trois opérations ci-dessus (malaxage, roulage et pré cuisson).

Selon **Boudreau et Menard (1992)**, le séchage s'effectue en deux stades, le premier à 65°C pendant 120 min et le second à 55°C pendant 270 min ; et il joue un rôle important dans les caractéristiques organoleptiques du produit fini.

Le séchage à 50-70°C pendant quelques heures pour atteindre une humidité finale de 12-14% ms, suivi d'un refroidissement(**Feillet, 2000**).

3.3.5. Calibrage :

Selon **Boudreau et Menard (1992)**, le calibrage c'est la phase qui permet de classer les différents types de couscous. Ce dernier passe dans un plansichter muni de plusieurs tamis d'ouverture de mailles différents, permettent ainsi le classement des particules selon leurs dimension.

Les particules fines sont retournées à travers un vice fin vers le début de la chaine pour être recyclé (au niveau de la mélangeuse). Les grosses particules et les boules vont être broyée puis retournés vers la chaine au niveau des séchoirs.

3.3.6. Stockage et conditionnement :

Les particules de couscous de calibrage désiré et d'aspect régulier seront acheminer vers les silos de stockage et empaqueté d'une manière hygiénique dans les emballages (sachet) puis des cartons.

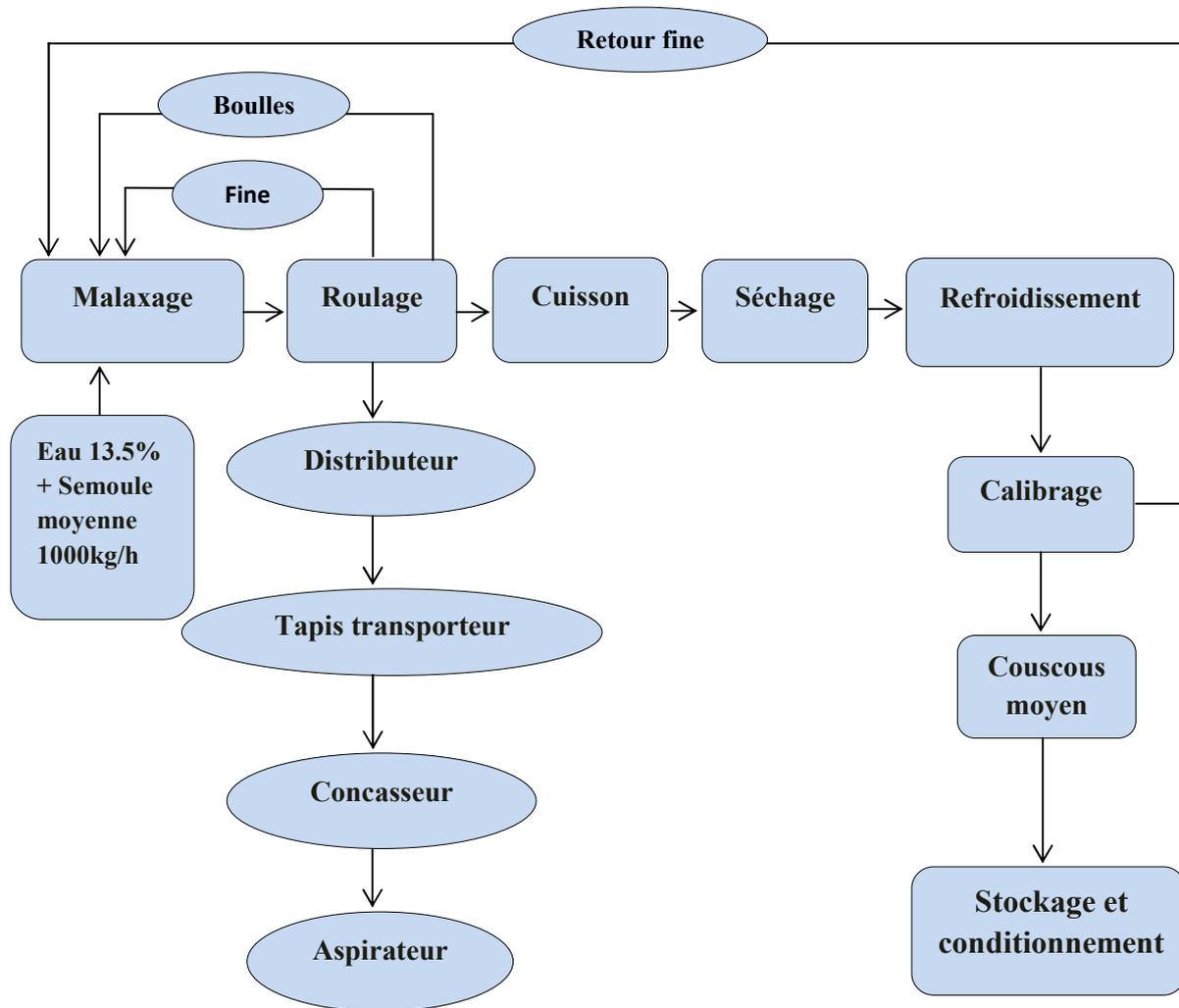


Figure n°3: Diagramme de la chaine de fabrication du couscous industriel (MOULA PATES)

3.4. Qualité du Couscous :

Selon **Nouaigui et al. (1990)**, un Couscous de bonne qualité doit avoir :

- Une charge microbienne très faible ;
- Des grains de couleur jaune dorée, de diamètre uniforme et contenant le moins possibles de débris de son ;
- Des grains qui conservent leur intégrité au cours de leur cuisson à la vapeur et au moment de leur mélange à la sauce ;
- Des grains à taux d'absorption en sauce élevé ;
- Des grains qui ne se collent pas entre eux.

3.5. Caractéristiques culinaires :

Un bon couscous doit être clair et de jaune ambrée, absorbe environ deux fois son poids d'eau pendant la cuisson et conserve une certaine fermeté et viscoélasticité ainsi qu'une surface lisse se déliter dans les eaux de cuisson (**Guezlane, 1993**).

Plus le pourcentage de protéines est élevé, meilleure sera la qualité culinaire (**Fonzon et al., 1995**).

Selon **Kherrif(1996)**, la qualité culinaire est mesurée par l'indice de prise de masse, la délitescence et la capacité d'hydratation d'eau, et la notion de la cuisson du couscous regroupe quatre paramètres à savoir le temps de cuisson, le gonflement, le collant et la perte de cuisson dans l'eau de cuisson.

1. Objectif de travail :

Notre étude porte sur l'évaluation de la qualité d'un couscous industriel fabriqué par l'unité «MOULA PATES» en partant de la matière première jusqu' aux produits fini.

L'objectif de ce travail consiste à :

- Un Contrôle physicochimique qui a pour but d'assurer au consommateur la qualité organoleptique et nutritionnelle de produit alimentaire et à l'unité de production, le respect et la confiance des clients.
- Un Contrôle microbiologique qui a pour but d'assurer un produit microbiologiquement sain et de bonne qualité.

Cette étude a été effectuée au niveau de l'unité MOULA PATES à Blida durant la période du mois d'avril au mois de juin 2014, ou nous avons suivi les procédés de transformation du blé dur en semoule, et celui de la fabrication du couscous industriel moyen.

La détermination de la teneur en eau, taux de cendre, ainsi que les analyses physiques (poids spécifique, poids de mille grains, taux de métadinage, taux d'impureté, calibrage) et les analyses technologiques (la teneur en gluten, la granulométrie, gonflement, la délitescence, test de cuisson), et microbiologiques ont été effectuées au niveau du laboratoire contrôle de qualité de l'unité SOSEMIE (Société de Semoulerie Minoterie "l'Etoile") à Blida.

La détermination de la teneur en protéines, l'acidité grasse, ont été effectuées au niveau du laboratoire privé de contrôle de qualité à Klea.

2. Matériel biologique :

- L'eau de procès (Forage).
- Le blé dur utilisé est d'origine canadienne.
- La semoule SGM.
- Le couscous moyen.

3. Matériels non biologique : nous avons utilisées plusieurs matériels tel que :

- Appareillages (Annexe1).
- Verrerie et autres (Annexe2).
- Réactif, indicateur, additifs et solutions(Annexe2).
- Milieux de cultures (Annexe3).

4. Echantillonnage :

Les échantillons prélevés sont de l'ordre de 5 litres d'eau de process, 5kg de blé dur, de semoule et de couscous, pour que la quantité soit suffisante pour réaliser les analyses. Nous avons effectuée deux essais pour chaque analyse.

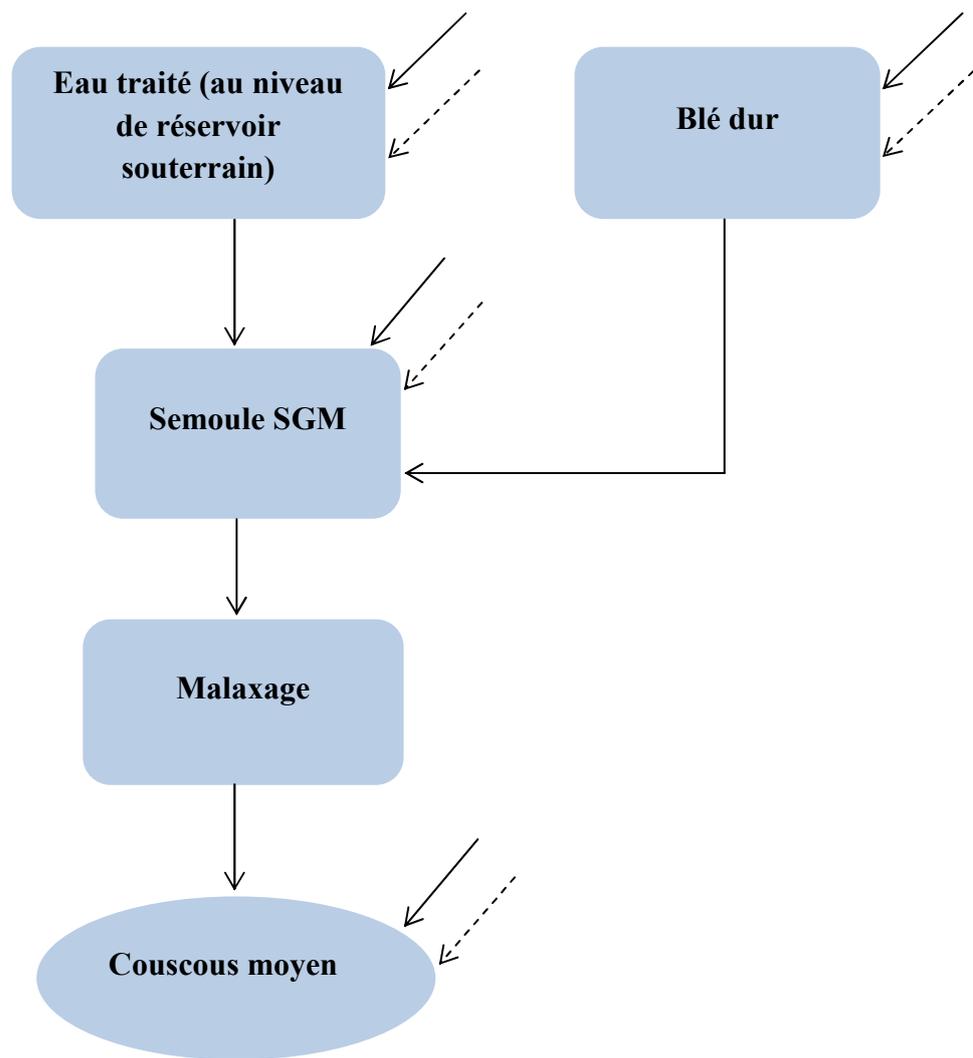
Le prélèvement de l'eau de process se fait par une sonde en plastique et le blé dur à l'aide d'une sonde métallique.

Le prélèvement de semoule et le couscous se fait directement dans des sacs.

Les échantillons prélevés et les points de prélèvement sont présentés dans le tableau n°6 et la figure n°4.

Tableau n°6 : les échantillons prélevé.

Produit	Eau de process	Blé dur	Semoule SGM de blé dur	Couscous moyen de blé dur
Moment de prélèvement	à partir de réservoir souterrain	à partir du camion	Après l'étape de mouture	Après l'étape de calibrage
Quantité de prélèvement	5L	5kg	5kg	5kg



-----> **Analyse physico-chimique**

————> **Analyse microbiologique**

Faigure n°4 : points de prélèvement des différentes analyses effectuées.

5. Analyse physico-chimique :

5.1. Analyses effectuées sur l'eau de procès :

5.1.1 Détermination du pH : (AFNOR, 1986)

➤ **Principe :**

Le potentiel Hydrogène (pH) est une grandeur mesurant la concentration des ions hydrogène dans une solution, c'est une mesure de l'acidité de la solution. Il correspond à l'opposé du logarithme de la concentration des ions H_3O^+ .

$$pH = - \log [H_3O^+]$$

$[H_3O^+]$: concentration des ions (H_3O^+ mol / l).

➤ **Mode opératoire :**

Pour la mesure du pH il faut :

- Toujours opérer à la température de 20°C, pour cela il faut toujours réchauffer ou refroidir le prélèvement a la température de 20°C.
- Etalonner le pH-mètre en deux points pH=7 et pH=10 par exemple ou 7 et 4 suivant la gamme en mesure à réaliser.
- Plonger les deux sondes (température et pH) dans la solution.

➤ **Expressions des résultats :**

Le pH des eaux de bonne qualité varie entre 7 et 8 en moyenne.

Le pH est un des paramètres importants influençant la tendance entartrant ou agressive d'une eau naturelle :

- Une baisse du pH favorisera la tendance agressive.
- Une élévation du pH favorisera le caractère entartrant.

5.1.2. Détermination du TA et TAC : (AFNOR, 1986)

TA (titre alcalimétrique simple) :

Le titre alcalimétrique simple est la somme de la concentration total en ions hydroxyde et la demi-concentration en ion carbone

$$\text{TA} = [\text{OH}^-] + \frac{1}{2} [\text{CO}_3^{2-}]$$

TAC (titre alcalimétrique complet) :

Le titre alcalimétrique complet est la somme des ions (OH⁻), (CO₃²⁻) et (HCO₃⁻). Donc TAC permet de connaître en bloc les hydrates carbonate et bicarbonates alcalins et alcalino-terreux

$$\text{TAC} = [\text{OH}^-] + \frac{1}{2} [\text{CO}_3^{2-}] + [\text{HCO}_3^-]$$

➤ Principe :

La détermination de l'alcalinité est effectuée par une double acidimétrie en présence de phénolphtaléine puis l'Hélianthine.

Si le pH de l'eau est de 8,2 elle contient des carbonates qui forment un système tampon, une acidimétrie en présence de phénolphtaléine mesure la concentration en carbonate.

Si le pH < 8,2 l'eau ne contient pas les carbonates, les bicarbonates présents sont en équilibre avec l'acide carbonique et forment un autre système tampon fonctionnant entre 4,2 – 8,2. Une acidimétrie en présence d'hélianthine (dont la zone supérieure de virage est ≅ de 4,2) mesure la concentration en bicarbonates et en carbonates éventuellement présents.

➤ Mode opératoire :

TA : verser dans un erlenmeyer 100 ml d'eau à analyser, ajouter quelques gouttes de phénolphtaléine, agiter. S'il y a l'apparition de la couleur, titrer avec la solution d'acide chlorhydrique ou acide sulfurique, solution titré 0,1 N jusqu'à la disparition de la couleur rose.

S'il n'y a pas la couleur rose le TA = 0.

TAC : sur le même échantillon utilisé précédemment, Ajouter 2 gouttes d'hélianthine (méthyle orange).

Continuer à titrer avec la solution d'acide chlorhydrique ou acide sulfurique jusqu'au virage jaune-orange (pH = 4,5) (une goutte supplémentaire fait passer la teinte au rose orangé pH = 4).

➤ Expression des résultats :

TA :

$$\text{TA } (^{\circ}\text{F}) = V_1 \times 5$$

V_1 : représente le volume en ml de la solution d'acide chlorhydrique ou acide sulfurique nécessaire au titrage.

1 $^{\circ}$ F correspond à 0,2 meqg

TAC :

$$\text{TAC } (^{\circ}\text{F}) = (V_2 - 0,1) \times 5$$

V_2 : représente la chute de burette de la solution d'acide chlorhydrique ou acide sulfurique utilisé à l'opération de TAC.

$$V = V_1 + V_2$$

0,1 : représente le volume en ml de la solution d'acide chlorhydrique nécessaire à l'apparition de changement de la teinte.

5.1.3. Détermination du TH : (AFNOR, 1986)

Titre hydrométrique ou la dureté de l'eau indique la teneur globale en sel de calcium et de magnésium. Il mesure la concentration en ions calcium et magnésium.

$$\text{TH} = [\text{Ca}^{+2}] + [\text{Mg}^{+2}]$$

La dureté s'exprime en milliéquivalents de concentration en CaCO_3 /L et en degré français.

Un degré représente la dureté d'une solution contenant :

- 10 mg/ L de CaCO_3 .
- Soit 4 mg/L de calcium.
- Soit 2,4 mg/L de magnésium.

➤ **Principe :**

Le dosage est basé sur une liaison instable entre un colorant le Noir d'Erichromé T (NET) et les sels de Ca et Mg qui donne une coloration rouge violacée. Le titrage de cette solution se fait par de l'EDTA qui déstabilise le complexe formé initialement et prend la place de l'indicateur coloré le virage de la solution du rouge au bleu. Il faut se placer en milieu tamponné pH=10 pour que le dosage se fasse dans les bonnes conditions.

➤ **Mode opératoire :**

- Prendre 100 ml d'eau à analyser dans un erlenemeyer.
- Ajouter 5 ml de la solution tampon (PH=10).
- Quelques gouttes de NET.
- On titre le mélange par la solution d'EDTA (0,01M).

NB :

- Si la couleur de la solution est bleue donc TH= 0°F.
- Si la coloration vire vers le violet, titrer la solution par l'EDTA (0,01M) jusqu'à la coloration bleue (état initial) lire le volume de l'EDTA.

➤ **Expression des résultats :**

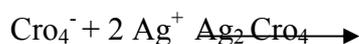
Le titre hydrométrique est exprimé en degré français (°F) et selon la formule suivante :
 TH (°F)= V

V : est le volume de la solution EDTA en millilitre qui servi pour titrage.

5.1.4. Détermination de la teneur en chlorures : (AFNOR, 1986)

➤ **Principe**

- Les ions chlorures sont précipités à l'état de chlorure d'argent par une solution titrée en nitrate d'argent (AgNO₃)
- L'indicateur de fin de réaction est le chromate de potassium (K₂Cro₄), qui en présence d'un excès d'ions Ag⁺ forme un précipité rouge de chromate d'argent.



- Ce dosage doit être réalisé en milieu neutre ; si la solution est acide on la neutralise par de carbonate de calcium, lorsqu'elle est alcaline on l'acidifie par l'acide nitrique.

➤ **Réactifs :**

- Solution d'acide nitrique HNO_3 (0,1N).
- Solution alcoolique de phénolphtaléine à 1%.
- Solution de nitrate d'argent 0,1 N (AgNO_3).
- Solution aqueuse de chromate de potassium (K_2CrO_4) 50g/l.

- Carbonate de calcium } dans le cas de produit acide
- Héliantine }

➤ **Mode opératoire :**

- Dans un erlenmeyer introduire 100ml d'eau à analyser ajouter une goutte de phénolphtaléine.
- Si la couleur est rose neutraliser à l'aide de la solution d' HNO_3 jusqu'à décoloration de l'indicateur.
- Ajouter 0.5 ml de la solution d' AgNO_3 .
- Titrer avec la solution AgNO_3 jusqu'à l'apparition de la teinte Rouge brique et disparition de la couleur jaune.
- Effectuer un essai à blanc avec 100 ml d'eau distillée.

➤ **Expression des résultats :**

La concentration en chlorure de l'eau à analyser est exprimée en :

$$\text{CL (mg/L)} = 35.5 (a - b)$$

a : volume d'argent AgNO_3 (0,1N) qui servi au titrage.

b : volume d'argent AgNO_3 (0,1N) qui servi au titrage de l'essai a.

35.5 : masse moléculaire du chlore.

5.2. Analyses effectuées sur les grains (blé dur) :**5.2.1. Masse à hectolitre :(NA.1.1.61/1986)**

La masse à hectolitre correspond à la masse des grains de blé dur contenus dans un hectolitre rempli de grains, d'impureté et d'air interstitiel. C'est une mesure ancienne qui date de l'époque où l'on mesurait la qualité des grains au volume appelée aussi poids spécifique, elle représente un intérêt commercial.

➤ Principe :

Dans la pratique, la masse à hectolitre est la masse de grains mesurés en kg, elle est calculée à partir de la masse d'un litre (Nélima-litre) pour le blé dur sur un échantillon débarrassé manuellement de grosses impuretés.

5.2.2. Poids de Mille Grain :(NA.731/1989)

C'est un critère variétal qui dépend de condition de culture. Le PMG est la détermination en gramme de la masse de 1000 grains entiers. L'analyse est réalisée grâce à un appareil automatique «NUMIGRAL».

Les résultats sont exprimés en poids de grain sec (g) :

$$\text{PMG} = M \times \frac{100-H}{100}$$

M : la masse de 1000 grains.

H : l'humidité de grain.

5.2.3. Le calibrage : (ISO 2395/1990)

Il permet de donner une indication sur la grosseur et l'homogénéité du lot. On réalise le calibrage sur une prise d'essai de 100g de l'échantillon et à l'aide d'un agitateur mécanique muni des tamis dont les perforations sont respectivement : 2.80mm (pour les gros), 2.50mm (pour les moyens), 2.20mm (pour les grains de petite taille). Le temps de tamisage est de trois minutes puis on pèse le refus de chaque tamis.

5.2.4. Taux de mitadinage:**➤ Mode opératoire :**

Selon (**protocole interne de laboratoire Sosémie 2014**), elle consiste en la détermination du taux de mitadinage dans une prise d'essai significative, généralement 100g, après l'avoir débarrassée de l'ensemble des impuretés.

Dans la réglementation actuelle, on compte comme grains mitadinés tous les grains présentant une trace du dommage si minime soit-elle.

➤ Expression des résultats :

Après séparation des grains mitadinés, celles-ci sont pesées, et les résultats sont exprimés en pourcentage par rapport à 100 grammes de blé sale.

5.2.5. Taux d'impuretés : (NF. ISO. 5223)**➤ Principe :**

La détermination du taux d'impuretés consiste à la séparation des petits grains, grains cassés, mouchetés, grains étrangères, dégermées ou autres éléments indésirables dans 100grammes de blé sale.

➤ Mode opératoire :

La classification des impuretés de l'échantillon de blé comprend trois grandes étapes :

- Le tamisage de l'échantillon sur un tamis de fentes de 3.5mm pour extraire les matières inertes ;
- Le tamisage de l'échantillon sur un tamis de fente de 2mm pour extraire les grains cassés, les grains échaudés et les grains maigres ;
- Le triage manuel de toutes les autres impuretés après examen visuel de l'échantillon.

➤ Expression des résultats :

Après séparation de différentes impuretés, celles-ci sont pesées, et les résultats sont exprimés en pourcentage par rapport à 100grammes de blé sale.

5.2.6. Teneur en eaux : (NA. 1.1.32/1990)**➤ Principe :**

La teneur en eau est la perte de masse, déterminée par séchage de 5g de l'échantillon après broyage (s'il est solide) à une température de 130°C.

➤ Mode opératoire :

- Sécher les capsules avec leurs couvercles à l'étuve pendant 15 mn à 130°C, puis refroidir dans un dessiccateur.
- Peser 5g de l'échantillon et broyer rapidement si l'échantillon nécessite un broyage.
- Verser dans la capsule et adapter rapidement le couvercle.
- Introduire la capsule contenant la prise d'essai dans l'étuve et laisser séjourner 2heures.
- Retirer rapidement la capsule de l'étuve, et laisser refroidir dans un dessiccateur.
- Peser la capsule.

La teneur en eau est exprimée en % :

$$H = (M1 - M2 / M0) \times 100$$

H : humidité.

M0 : la masse en gramme de la prise d'essai (5g).

M1 : la masse en gramme de la capsule + la prise d'essai avant séchage.

M2 : la masse en gramme de la capsule + la prise d'essai après séchage.

5.2.7. Taux de cendre : (NA. 1.1.28.1985)**➤ Principe :**

C'est l'incinération d'une prise d'essai dans une atmosphère oxydante à une température de 900°C jusqu'à combustion complète de la matière organique et pesé du résidu obtenu.

➤ Mode opératoire :

Aussitôt que la flamme est éteinte, placer les nacelles dans le four. Pour suivre l'incinération durant 2h jusqu'à la disparition des particules charbonneuses qui peuvent être incluses dans le résidu et obtention d'une couleur grise claire ou blanchâtre.

Retirer progressivement les nacelles du four et les mettre à refroidir dans le dessiccateur jusqu'à la température ambiante, Puis les peser.

➤ Expression des résultats

Le taux de cendre rapporté à la matière telle quelle :

$$(m_2 - m_0 / m_1 - m_0) \times 100$$

Le taux de cendre rapporter à la matière sèche:

$$(m_2 - m_0 / m_1 - m_0) \times 100 \times (100 / 100 - H)$$

m₀ : la masse en gramme de la nacelle.

m₁ : la masse en gramme de la nacelle et prise d'essai.

m₂ : masse de nacelle et du résidu.

H : la teneur en eau exprimé en pourcentage par rapport à la masse de l'échantillon pris.

5.2.8 Teneur en protéine totale :(NF V 03-050)**➤ Principe :**

Le principe de la méthode de KJELDAHL est basé sur la minéralisation de l'échantillon par voie humide en utilisant l'acide sulfurique (0.1N) en présence de catalyseur qui facilite et accélère la réaction (sulfate de potassium).

La minéralisation est suivie par une alcalinisation du produit de la première réaction par addition d'une quantité suffisante d'hydroxyde de sodium puis on effectue une distillation de l'ammoniac libéré. Après la distillation on fait un titrage de l'ammoniac en utilisant une solution d'acide borique en présence d'un indicateur coloré tel que le rouge de méthyle.

Après titrage on peut calculer la teneur en azote totale rapportée à la matière sèche par la relation :

$$\text{Teneur en azote (g/100g)} = \frac{V}{M} \times 0.0014 \times 100$$

V : volume en millilitre de la solution d'acide sulfurique versé à la burette lors du titrage.

M : masse en gramme de la prise d'essai (1g).

La teneur en protéines est obtenue par la relation suivante :

$$\text{Teneur en protéine (g/100g)} = \text{TA} \times \text{K.}$$

TA : teneur en azote exprimée de l'azote en protéines totales.

K : 5.7 cas du blé.

5.3. Analyses effectuées sur la semoule :**5.3.1. Granulométrie (taux d'affleurement) :** selon la norme (NF V03 – 721/1994)**➤ Principe :**

La granulométrie est une opération de classement des particules selon leurs tailles, par présentation sur des surfaces perforées. Ces dernières laissent passer des grains de dimensions inférieures aux dimensions des perforations tandis que les grains de dimensions supérieures sont retenus. Le but de la granulométrie est de déterminer l'homogénéité de l'échantillon (semoule ou couscous).

Déterminer par tamisage d'un échantillon de 100 g de produit à travers une série de tamis à ouvertures de mailles décroissantes.

- Pour la semoule fine, on utilise des tamis de 450 μ à 150 μ .
- Pour la semoule moyenne, on utilise des tamis de 800 μ à 450 μ .
- Pour le couscous moyen, on utilise des tamis de 1.8 μ à 1 μ .
- Pour le couscous fin, on utilise des tamis de 1 μ à 500 μ .

➤ Mode opératoire :

- Pesage de 100g d'échantillon à analyser (semoule de blé dur).
- Déposer la prise d'essai sur le tamis supérieur.
- Placer les tamis sur un appareil qui exerce des mouvements circulaires vibratoires uniformes, dont la vitesse est de 60 tr/mn pendant 10 mn.
- Peser le refus de chaque tamis.

NB :

La granulation est variable tout dépend les exigences du commerciale.

5.3.2 Teneur en eaux :

La détermination de la teneur en eau est effectuée à partir de la méthode normalisée : (NA. 1.1.32/1990) citée dans la page 31.

5.3.3 Taux de cendre :

La détermination du taux de cendre est effectuée à partir de la méthode normalisée : (NA. 1.1.28.1985) citée dans la page 32.

5.3.4 Détermination l'indice de chute :

Selon (protocole interne de laboratoire Sosémie, 2014) ;

Grace à l'appareil de PERTEN, on vérifie l'activité enzymatique du produit analysé.

Brancher l'appareil et le laisser chauffé jusqu'à atteindre l'ébullition ; quand l'appareil est prêt à l'emploi, il émet un signal sonore

Entre temps, dans un tube en verre (résistant à la chaleur) ; mettre en gramme la quantité correspondante au taux d'humidité préalablement effectué sur le même échantillon. Ajouter 25 ml d'eau distillée

Fermer le tube avec un bouchon en caoutchouc, mélanger énergiquement pour homogénéiser le produit avec l'eau.

Quand le signal sonore retenti, mettre le tube débouché avec la sonde dans l'appareil. Et laisser ce dernier opéré.

Quand l'appareil a terminé, il émet un deuxième signal sonore, cela veut dire qu'il a terminé : on peut lire le résultat sur son écran.

Le résultat s'affiche en seconde.

NB :

Voir la quantité en gramme qui correspond au taux d'humidité en annexe 7.

5.3.5 Teneur en gluten : (NE1.1-25-1985)**➤ Principe :**

Le dosage du gluten repose sur son insolubilité dans l'eau et les solutions salines diluées, et sa propriété de s'agglomérer lorsqu'on le malaxe sous un courant d'eau qui entraîne les autres constituants.

Le taux de gluten humide et son aspect, notamment sa ténacité et son élasticité, sont déterminés selon la norme **NE1.1-25-1985**, tandis que le gluten sec est déterminé selon la norme **NE1.1-26-1986**.

➤ **Mode opératoire :**

- Mélanger 25g de semoule avec 12.5ml d'eau 2% salée.
- Pétrir le tout et laisser reposer 30mn pour que la pâte absorbe bien l'eau.
- Faire un lavage de la pâte obtenue et un malaxage jusqu'à ce que l'eau du lavage devienne transparente.
- Peser la pâte pour obtenir la teneur en gluten humide après avoir multiplié par 4.
- Mettre notre pâte dans une plaque chauffante pendant 10min.
- Peser la pâte après l'avoir sortie de la plaque chauffante, ceci donnera la teneur en gluten sec après avoir multiplié par 4.

Expression des résultats :

Gluten humide : la teneur en gluten humide (%) : $GH = m1 \times 4$

m1 : masse du gluten humide (g).

Gluten sec : La teneur en gluten sec(%) : $GS = m2 \times 4$

m2 : Masse du gluten sec (g)

Coefficient d'hydratation :

$$\text{Le coefficient d'hydratation(\%)} = \frac{GH - GS}{GH} \times 100$$

5.3.6. Teneur en protéine totale :

La détermination de la teneur en protéines totales est effectuée à partir de la méthode normalisée : **(NF V 03-050)** citée dans la page33.

5.3.7. Mesure de l'acidité grasse : (NF.ISO.7305/1986)

➤ Principe

La mesure de l'acidité grasse repose sur le dosage colorimétrique. Les acides gras libres sont mis en solution dans l'éthanol à 95%. Après centrifugation, le surnageant est titré par l'hydroxyde de sodium (0,05N).

➤ Mode opératoire :

- Broyer 5g de produit.
- Déterminer la teneur en eau de l'échantillon.
- Effectuer un essai à blanc par titrage de 20 ml d'alcool auquel on ajoute 5 gouttes de phénophtaléine, par le NaOH jusqu'au virage de la couleur du blanc au rose pâle.
- Introduire la prise d'essai dans un tube de 50 ml et lui ajouter 30 ml d'alcool éthylique à 95%.
- Agiter pendant une heure à l'aide d'un agitateur mécanique.
- Centrifuger le produit pendant 2 min à 5000-6000 tour/Min.
- Prélever 20 ml du surnageant limpide et ajouter 5 gouttes de phénophtaléine.
- Titrer à l'aide d'une micro burette avec la solution d'hydroxyde de sodium (0,05N), jusqu'au virage de la couleur au rose pâle.

L'acidité grasse est exprimée en gramme d'hydroxyde de sodium par 100g de MS :

$$\text{Acidité grasse} = 7,13 \times (V_1 - V_2) \times T / M \times 100 / 100 - H$$

$$\text{Acidité grasse} = 7,13 \times (V_1 - V_2) \times T / M \times 100 / 100 - H$$

V₁ : Le volume en ml de la solution d'hydroxyde de sodium utilisée dans le titrage de l'échantillon.

V₂ : Le volume en ml de la solution d'hydroxyde de sodium utilisée dans l'essai à blanc.

T : Le titre exact de la solution d'hydroxyde de sodium utilisée.

M : La masse en gramme de la prise d'essai.

H : La teneur en eau.

7,13 : Le coefficient de conversion en acidité grasse.

5.4. Analyses effectuées sur le couscous :

5.4.1. Granulométrie :

D'après **Linden et Lorient (1994)**, la granulométrie du couscous est une opération de classement dimensionnel des granules selon leurs tailles, par présentation sur des surfaces perforées qui laissent passer des granules de dimensions inférieures aux dimensions des perforations tandis que les grains de dimensions supérieures sont retenus.

Le but est de déterminer l'homogénéité du couscous tel que la taille de grain formé.

La détermination de la granulométrie du couscous est effectuée à partir de la méthode normalisée : **(NF V03 – 721/1994)** citée dans la page 34.

5.4.2. Teneur en eau :

La détermination de la teneur en eau est effectuée à partir de la méthode normalisée : **(NA. 1.1.32/1990)** citée dans la page 31.

5.4.3. Taux de cendre :

La détermination du taux de cendre est effectuée à partir de la méthode normalisée : **(NA. 1.1.28.1985)** citée dans la page 32.

5.4.4. Mesure de l'acidité grasse :

La détermination de l'acidité grasse est effectuée à partir de la méthode normalisée **(NF.ISO.7305-1986)**, citée en page 37.

5.4.5. Teneur en protéines :

La détermination de la teneur en protéines totales est effectuée à partir de la méthode normalisée : **(NF V 03-050)** citée dans la page 33.

5.4.6. Gonflement à froid et à chaud :

➤ **Principe :**

Le principe de cette méthode est de déterminer le comportement du couscous lors de la réhydratation, car l'amidon pré-gélatinisé (cuit puis séché) gonfle directement dans l'eau froide et retient bien l'eau.

➤ **Mode opératoire :**

Selon **Guezlaneet Abecassis (1991)**, nous avons établi ce protocole :

- Verser 20g de couscous cru dans une éprouvette graduée de 100ml.
- Ajouter 50ml d'eau distillée (eau froide à 25°C ou chaude à 100°C).
- Agiter légèrement pour hydrater toutes les particules.
- Ajouter à nouveau 50ml d'eau pour faire descendre les collées sur la paroi de l'éprouvette.
- Laisser au repos pendant une heure.
- Noter les modifications du volume du couscous après : 5mn, 10mn, 20mn, 30mn, 40mn, 50mn, 60mn.

Le gonflement est déterminé par la relation suivante :

$$G = 100 (VF / Prisse d'essai)$$

G : gonflement

VF : volume finale du couscous dans l'éprouvette (pour 100g de MS).

PE : prisse d'essai en gramme de matière sèche.

5.4.7. La délitescence : (Guezlane et abecassis, 1991)

➤ **Principe :**

La délitescence permet de déterminer l'état de désagrégation du couscous cru ou cuit. Elle est exprimée en pourcentage.

➤ **Mode opératoire :**

Selon **Guezlane et Abecassis (1991)** ;

- Placer 10g de couscous (cru ou cuit) dans un bêcher.
- Ajouter 50ml d'eau distillée.
- Agiter pendant 15 mn.
- Prélever une partie aliquote de la solution filtrée par un tamis fin (N10 Nylon).
- Sécher à l'étuve pendant 17h à 100°C.
- Peser l'extrait sec obtenu qui représente la délitescence.

La délitescence est définie par la relation suivante :

$$\text{Délitescence (\%)} = \frac{\text{l'extrait sec obtenu}}{\text{couscous initial}} \times 100$$

5.4.8. Test de cuisson :

➤ **Principe :**

Il consiste à déterminer le taux de prise en masse du couscous lors de la préparation, par cuisson d'une quantité bien déterminée de couscous cru et suivre les modifications rapportées sur le poids après chaque étape de préparation.

➤ **Mode opératoire :**

- **1^{ère} mouillage** : mouiller le couscous avec de l'eau puis faire égoutter tout de suite et laisser le pendant 10min pour que les grains de couscous absorbent l'eau ajoutée.
- **1^{ère} évaporation** : faire cuire le couscous à la vapeur pendant 15min.
- **2^{ème} mouillage** : arroser progressivement le couscous d'une certaine quantité d'eau.
- **2^{ème} évaporation** : faire cuire une deuxième fois à la vapeur pendant 15 min.
- Peser le couscous après chaque étape de préparation.

6. Les analyses microbiologiques :

Les analyses microbiologiques ont pour but d'assurer la qualité hygiénique du produit afin d'éviter tout risque pour la santé du consommateur.

Les analyses microbiologiques effectuées à partir de la matière première jusqu'à aux produit fini comme suit :

- L'eau de procès
- Les grains de blé dur
- La semoule SGM
- Le couscous moyen

6.1. Principe de l'analyse microbiologique :

Les analyse microbiologique concernant, l'eau de procès et les grains de blé dur, la semoule SGM de blé dur et le couscous moyen de blé dur. Consistent en premier lieu à isoler les micro-organismes présents dans un échantillon représentatif du lot étudié.

Dans le cas de l'eau les microorganismes recherchés sont surtout les germes aérobies mésophile totaux, coliformes totaux et fécaux, streptocoque D, *Clostridium*sulfito-réducteur.

Dans le cas du blé, semoule et couscous les micro-organismes recherchés sont surtout les moisissures et clostridium sulfito-réducteur.

➤ Préparation des solutions mères :

Elle est réalisée comme suite (Annexe 4 et Figure n°5) :

Cas des produits liquides :

- Introduire aseptiquement 25ml de produit à analyser dans un flacon préalablement taré, contenant 225ml d'eau physiologie (Annexe 3).
- Homogénéiser.

Cette suspension constitue alors la DM qui correspond à la dilution 1/10.

Cas des produits solides :

- Introduire aseptiquement 25g de produit à analyser dans un flacon préalablement taré, contenant 225ml d'eau physiologique.
- Homogénéiser.

Cette suspension constitue alors la DM qui correspond à la dilution 1/10.

➤ **Préparation des dilutions :**

Cette étape doit être effectuée avec un maximum de précision. Il est à noter que la préparation des dilutions décimales est réalisée comme suit :

- Introduire aseptiquement à l'aide d'une pipette en verre graduée et stériles, 1ml de la DM dans un tube à vis contenant au préalable 9ml de la même dilution : cette dilution est alors au 1/100, ainsi que suite jusqu'à l'obtention de la dilution recherchée.

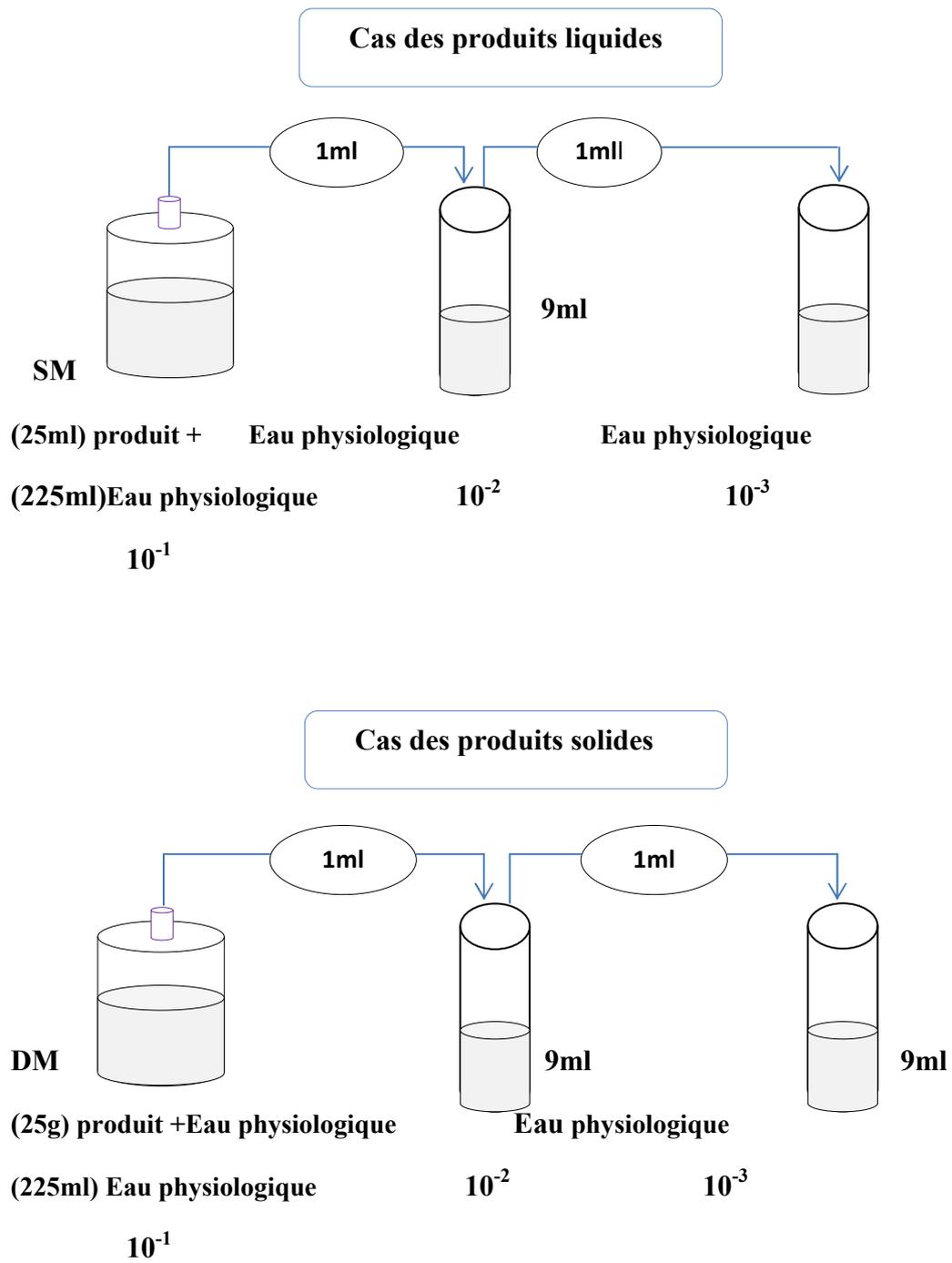


Figure n°5 : préparation des dilutions

6.2. Les analyses microbiologiques effectuées sur l'eau de procès :**6.2.1. Recherche et dénombrement des germes aérobies mésophile totaux : (NF. ISO. 17025)**

Les germes aérobies mésophile totaux est l'indicateur sanitaire qui permet d'évaluer les colonies présentes dans un produit, ce dénombrement se fait à 22°C et à 30°C (Figure n°6).

➤ Mode opératoire :

Au moment de l'emploi faire fondre un flacon de gélose PCA dans un bain marie,

On prélève 1ml à partir des dilutions décimales et pour chaque dilution on utilise 2 boites pétri

On coule 15 ml de gélose PCA sur chaque boite pétri puis on fait le mouvement 8 et on laisse solidifier.

Incubation :

Les boites seront incubées couvercle en bas à 30°C pendant 72 heures avec :

- Première lecture à 24 heures,
- Deuxième lecture à 48 heures,
- Troisième lecture à 72 heures.

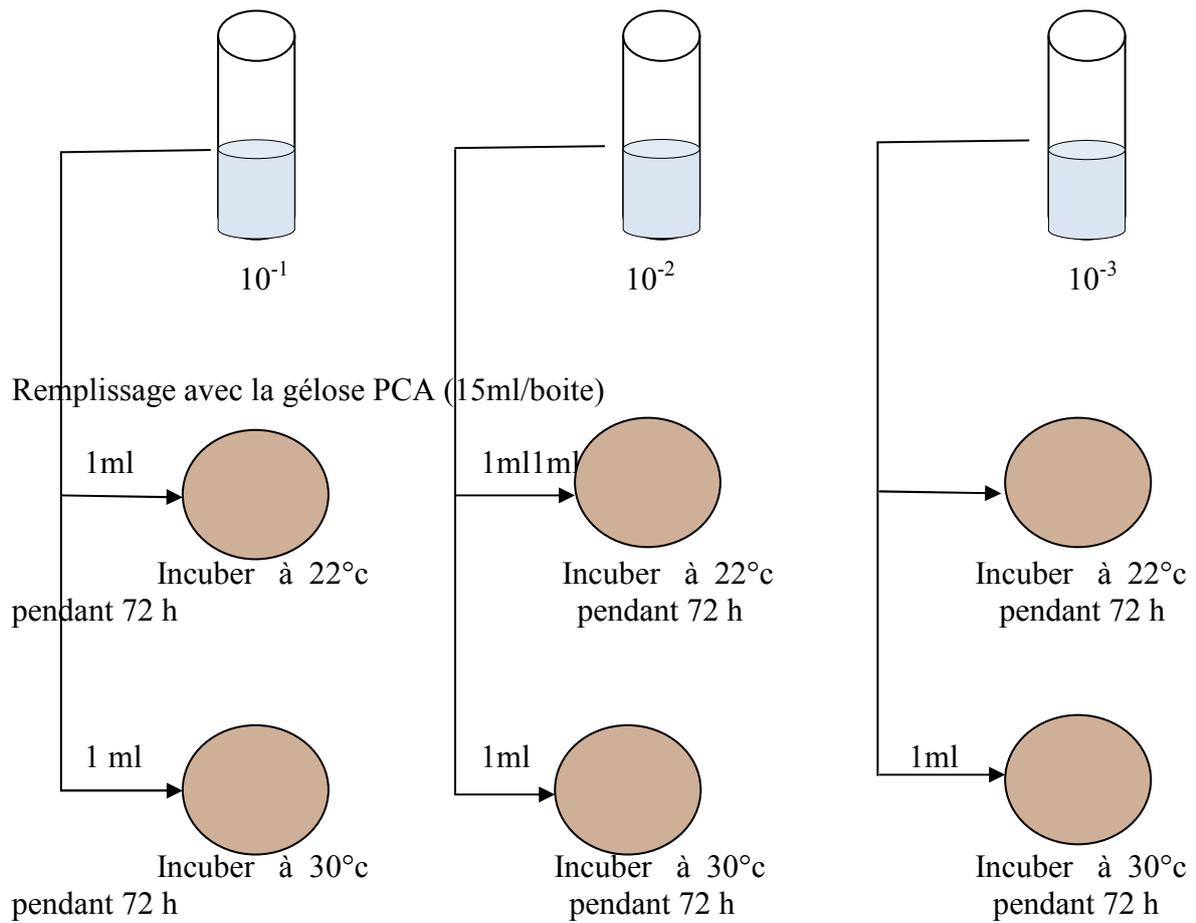
Lecture :

Les colonies des G A M T se présentent sous forme lenticulaire en masse.

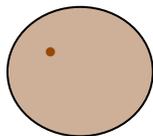
➤ Expression des résultats :

Il s'agit de compter toutes les colonies ayant poussé sur les boites en tenant compte des facteurs suivants :

- Ne dénombrer que les boites contenant entre 15 et 300 colonies,
- Multiplier toujours le nombre trouvé par l'inverse de sa dilution,
- Faire ensuite la moyenne arithmétique des colonies entre les différentes dilutions. le résultat final : nombre de germe / g ou ml
- Dénombrer des colonies de forme lenticulaires qui poussent en masse et noter les dilutions correspondantes.



Lecture à partir de 24 h



Boite (+) : colonies lenticulaires qui poussent en masse

Figure n°6: Recherche et identification des germes aérobies mésophile totaux dans l'eau de procès.

6.2.2. Recherche et dénombrement des Coliformes totaux et fécaux : selon la norme (NF. ISO. 4831)**➤ Principe :**

Les coliformes totaux sont les entérobactéries qui fermentent le lactose à 37°C avec dégagement de gaz CO₂. Ce sont des aérobies ou anaérobies facultatif.

Les coliformes fécaux ce sont un sous-groupe des coliformes totaux qui sont capable de fermenter le lactose à 44°C (Figure n°7).

➤ Mode opératoire :**a. Teste de présomption :**

- On prépare 5 tubes de BCPL S/C et introduire 1 ml d'eau dans chaque tube.
- On prépare 5 tubes de BCPL D/C et introduire 10 ml d'eau dans chaque tube.
- On prépare un flacon de BCPL D/C contient 50ml et introduire 50 ml d'eau à analyser.
- Puis incubé à 37°C (24h à 48h)

Lecture :

On considère un tube positif :

- Présence de trouble.
- Présence de gaz dans la cloche de Durham.
- virage de couleur de milieu du violet au jaune.

b. Teste de confirmation :

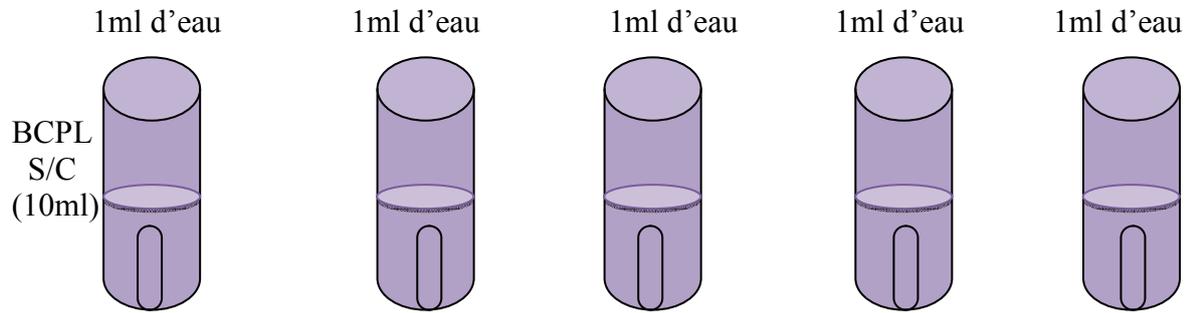
- A partir des tubes positifs, on fait un repiquage dans le milieu Schubert.
- Incuber à 44°C (24h à 48h).

Lecture :

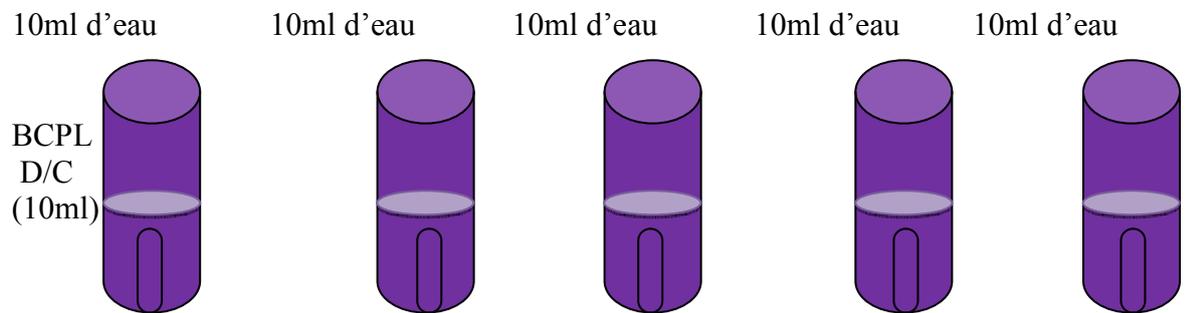
- Après incubation on ajout quelques gouttes de Kovacs.
- On obtient un anneau rouge = présence des coliformes fécaux.

La lecture finale se fait selon les prescriptions de la table de Mac Grady qui se trouve en annexe 6.

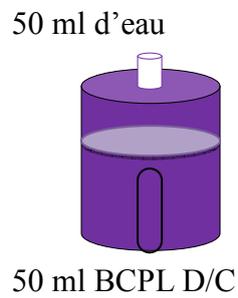
Teste de présomption



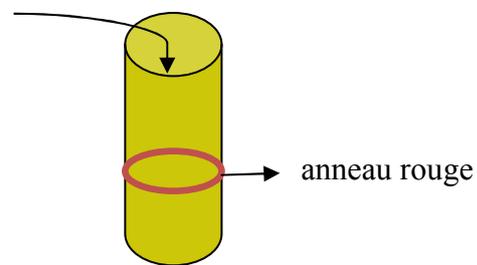
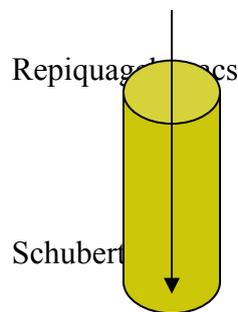
Incubation à 37 °C pendant 24 à 48 h



Incubation à 37 °C pendant 24 à 48 h



Teste de confirmation



Incubation à 44°C pendant 24 à 48h

Lecture

Figure n°7 : Recherche et dénombrement des Coliformes totaux et fécaux dans l'eau de procès.

6.2.3. Recherche et dénombrement des Streptocoque fécaux D : selon la norme (NF T90-411.1989)**➤ Principe :**

Les streptocoques fécaux du groupe D sont des aéro-anaérobies facultatifs, ils se développent aussi bien en absence d'oxygène qu'avec. Ils sont en revanche sensibles aux conditions de culture, notamment de température et pH. Les Streptococcus sont mésophiles.

La technique en milieu liquide fait appel à deux tests consécutifs à savoir (Figure n°8) :

- Le test de présomption : réservé à la recherche des Streptocoques sur milieu de Rothe,
- Le test de confirmation : réservé à la confirmation proprement dite sur milieu EVA, des tubes trouvés positifs au niveau des tests de présomption.

➤ Mode opératoire :**1. test de présomption :**

- On prépare 5 tubes de Roth S/C et introduire 1 ml d'eau dans chaque tube.
- On prépare 5 tubes de Roth D/C et introduire 10 ml d'eau dans chaque tube.
- On prépare un flacon de Roth D/C contient 50ml et introduire 50 ml d'eau à analyser.
- Puis incuber à 37°C (24h à 48h).

Lecture :

- Tubes présentant un trouble microbien.

2. Test de confirmation :

- A partir des tubes positifs on fait un repiquage dans Eva litsky.
- Incuber à 44°C 24h à 48 h.

Lecture :

- Un trouble microbien.
- Précipité blanc ou pastille blanchâtre.

La lecture finale se fait selon les prescriptions de la table de Mac Grady qui se trouve en annexe 6.

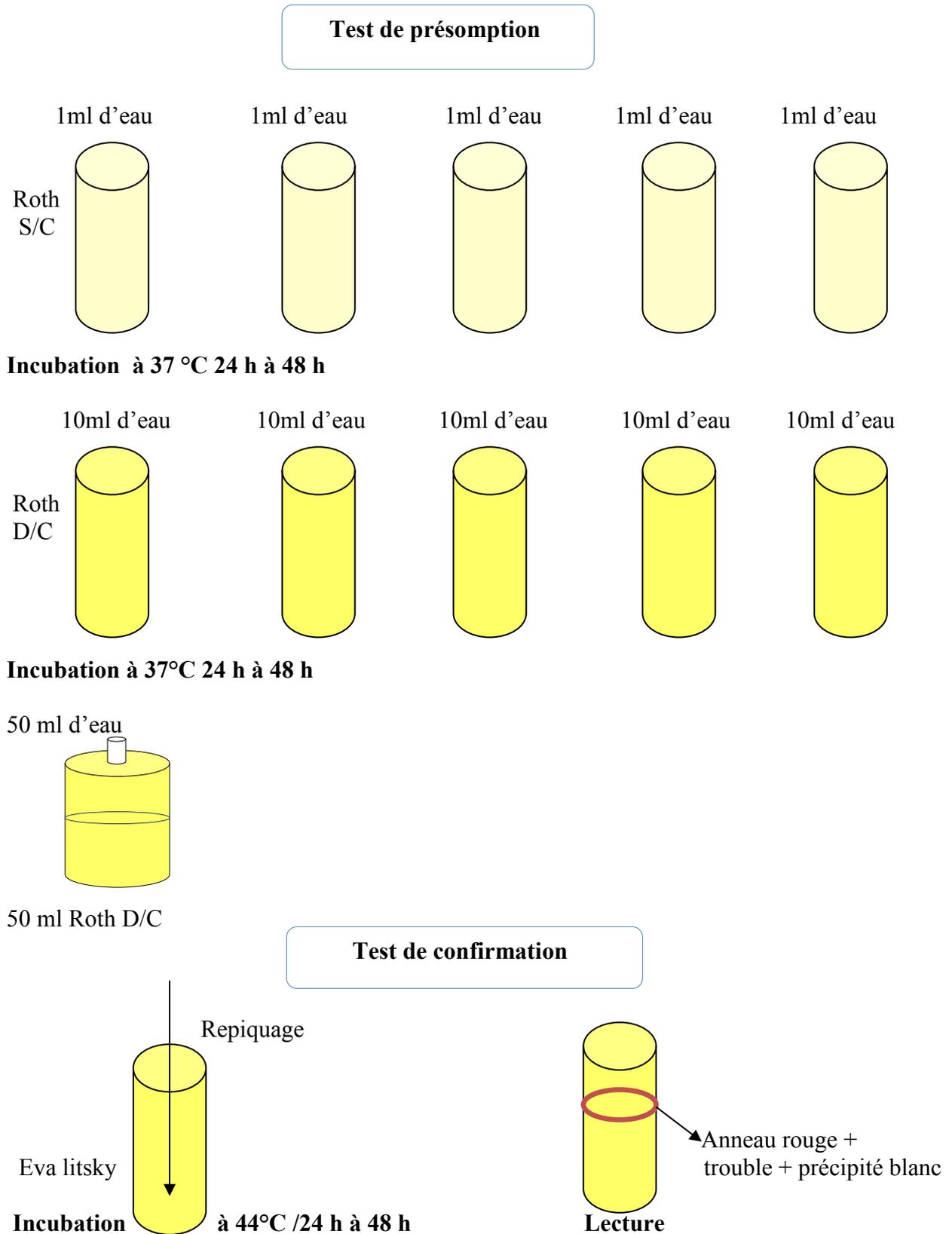


Figure n°8: Recherche et dénombrement des Streptocoque fécaux D dans l'eau de procès.

6.2.4. Recherche et dénombrement des Clostridium sulfito-réducteurs :

➤ **Principe :**

Les clostridium sulfito-réducteur (C S R) sont des germes anaérobies stricts, ils ont le pouvoir de réduire les sulfites générant le dégagement d'H₂S qui réagit avec l'Alun de Fer pour former un précipité de sulfure de Fer noir, insoluble qui se dépose autour des colonies et permet ainsi de les caractériser (**Bourgeoi et al., 1996**)(Figure n°9).

➤ **Mode opératoire :** selon la norme (NF T90-415.1985)

A partir de l'eau à analyser :

- Prendre environ 25ml dans un tube stérile, qui sera par la suite soumis à un chauffage de l'ordre de 80°C au bain marie pendant 8 à 10 minutes, dans le but de détruire toutes les formes végétatives des CSR éventuellement présentes.
- Après chauffage, refroidir immédiatement le tube en question, sous l'eau de robinet.
- Répartir ensuite le contenu de ce tube, dans 5 tubes différents et stériles, à raison de 5ml par tube.
- Ajouter environ 15ml de gélose viande foie en surfusion à 45°C, additionnée de 1ml de la solution de sulfite de sodium et 0.5ml de la solution d'Alun de Fer.
- Mélanger doucement le milieu et l'inoculum en évitant les bulles d'air et en évitant l'introduction d'oxygène.
- Laisser solidifier sur paillasse à température ambiante pendant 30 minutes environ.
- Incuber les tubes à 37°C pendant 24 à 48 heures.

➤ **Lecture :**

La première lecture doit absolument être faite après 16 heures, car très souvent les colonies des CSR sont envahissantes ; auquel cas on se trouverait en face d'un tube complètement noir rendant ainsi l'interprétation difficile voire impossible ; l'analyse sera à refaire en utilisant des dilutions décimales de 10⁻¹ voire 10⁻², la deuxième lecture se fera à 24 heures et la troisième et la dernière lecture à 48 heures.

Dénombrement toute colonie entourée d'un halo noir de 0.5mm de diamètre, poussant en masse.

Les résultats sont exprimés en nombre de spore par 20ml d'eau de procès analysé.

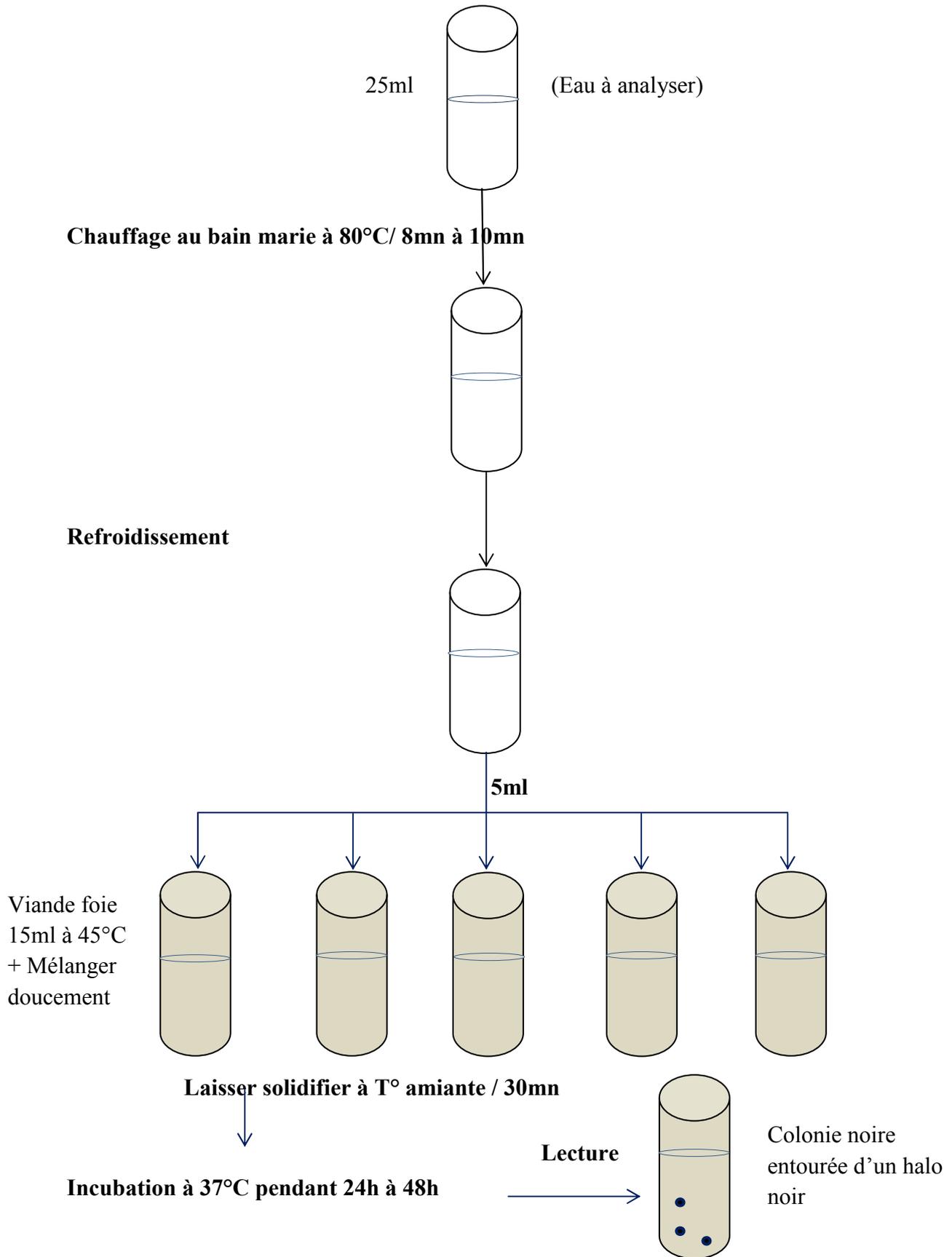


Figure n°9: Recherche et dénombrement des clostridium sulfite-réducteurs dans l'eau de procès.

6.3. Les analyses microbiologiques effectuées sur le blé, semoule et le couscous :

Les micro-organismes recherchés sont surtout les moisissures et clostridium sulfito-réducteur.

6.3.1. Recherche et dénombrement des Moisissures :selon la norme (JORA n° 35.1998)

Les moisissures sont des champignons filamenteux, aérobies, acidophiles (pH=3 à 7) et mésophile, se développent sur les aliments à faible activité d'eau (Figure n°10).

➤ **Principe :**

Pour l'isolement des moisissures, on utilise le milieu sélectif OGA (gélose glucosée additionnée d'un antibiotique sélectif «Oxytétracycline» (Annexe 3).

➤ **Mode opératoire :**

- **Préparation du milieu :** Fondre préalablement un flacon de gélose OGA, puis le refroidir à 45°C et couler dans 3 boîtes de pétri et laisser solidifier sur paillasse.

- **Ensemencement :** La technique d'ensemencement en surface c'est-à-dire 4 gouttes de dilutions 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , sont mises sur milieu solide OGA.

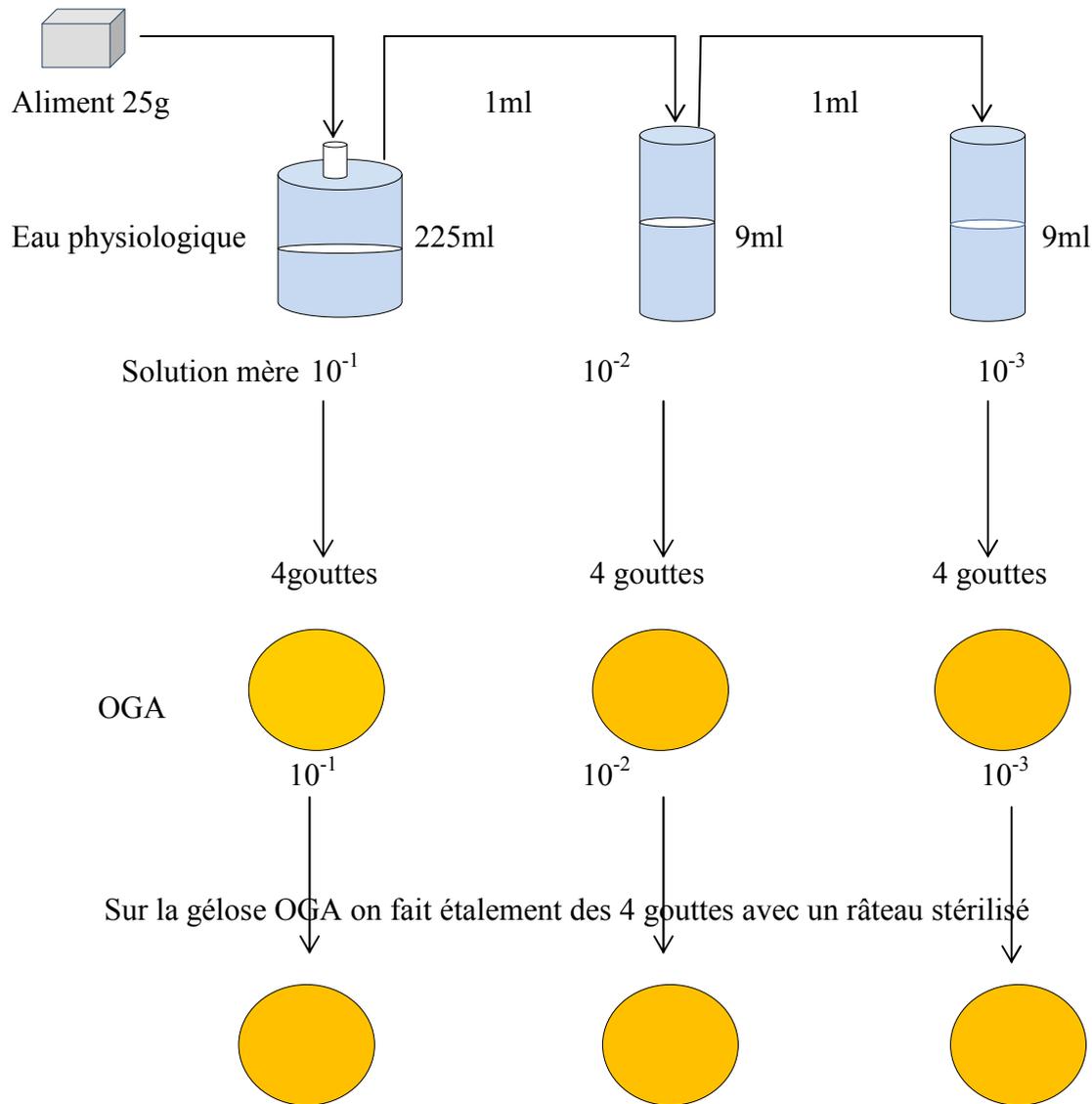
- Etaler à l'aide d'un râteau en verre stérile pour chacune des boîtes.

Deux autres boîtes de pétri sont considérées comme témoin de OGA et de TSE (Annexe 3)(ensemencement en surface après avoir mis 4 gouttes de TSE).

- **Incubation :** Incubation de ces boîtes à 20-25°C pendant 5 jours.

- **Lecture :** Les colonies sont épaisses, pigmentées ou non parfois envahissantes.

Le comptage se fait sur les boîtes contenant entre 15 et 300 colonies et le nombre trouvé est multiplié par l'inverse de la dilution.



Incubation des boîtes à 20-25°C pendant 5 jours

Figure n°10 : Recherche et dénombrement des Moisissures dans les matières premières et produit fini.

6.3. 2. Recherche et dénombrement des Clostridium sulfito-réducteurs :(ISO. 66 49)

➤ **Principe :**

Les Clostridium sulfito-réducteur sont mis en évidence en utilisant la gélose viande foie(VF) (Annexe 3) à laquelle on ajoute le sulfite de sodium (milieu sélectif des Clostridium qui réduisent les sulfites en sulfures) et l'alun de fer qui permettent la formation d'un complexe noir entre le fer et le sulfite réduit par les Clostridium (Figure n°11).

➤ **Mode opératoire :**

Préparation de la gélose :

- Fondre un flacon de gélose de VF, le refroidir dans un bain d'eau à 45°C et ajouter une ampoule d'alun de fer et une ampoule de sulfite de sodium.
- Mélanger soigneusement et aseptiquement.
- Le milieu est ainsi prêt à l'emploi, mais il faut le maintenir dans une étuve à 45°C jusqu'au moment de l'utilisation.

Ensemencement :

Les tubes contenant les dilutions 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} seront soumis :

- D'abord à un chauffage dans un bain marie à 80°C pendant 8 à 10 mn. Puis à un refroidissement immédiat sous l'eau de robinet, dans le but d'éliminer les formes végétatives et garder uniquement les formes sporulées.
- A partir de ces dilutions, porter aseptiquement 1 ml de chaque dilution en double dans deux tubes à vis de 16 mm de diamètre, puis ajouter dans chaque tube environ 15 ml de la gélose VF prête à l'emploi

Laisser solidifier sur la paillasse pendant 30 mn

Incubation : incuber les tubes à 37°C pendant 16, 24 ou 48 heures.

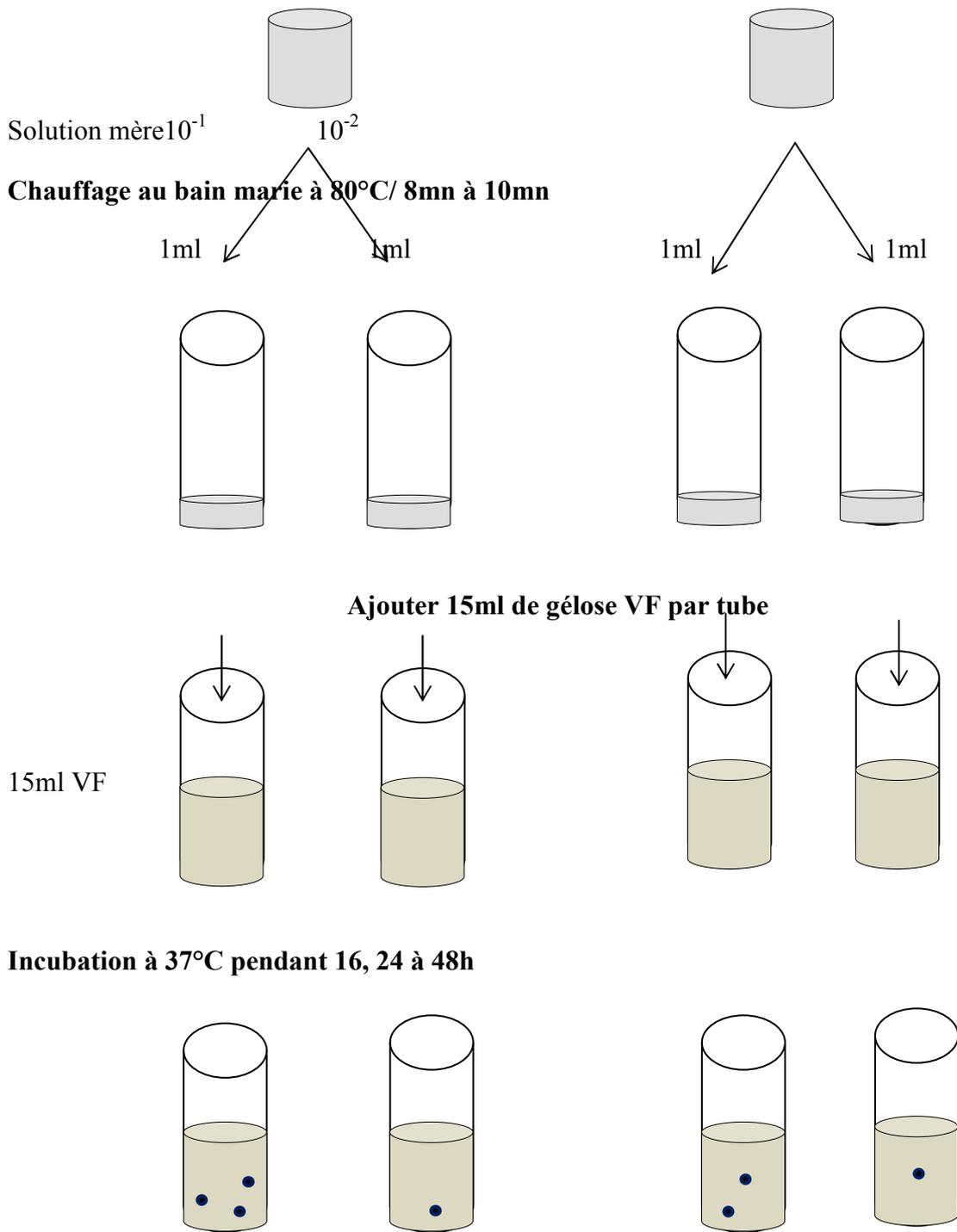
Lecture : la première lecture doit se faire impérativement à 16 h car :

-D'une part les colonies de Clostridium sulfito-réducteurs sont envahissantes auquel cas on se trouverait en face d'un tube complètement noir rendant alors l'interprétation difficile voire impossible et l'analyse à refaire.

-D'autre part, il faut absolument repérer toute colonie noire ayant poussé en masse et d'un diamètre supérieur à 0.5 mm.

-Dans le cas où il n'y a pas de colonies caractéristique ré-incuber les tubes et effectuer une deuxième lecture au bout de 24 h voir 48 h.





Lecture : colonies noires entourées d'un halo noir.

Figure n°11 : Recherche et dénombrement des clostridium sulfite-réducteurs dans les matières premières et produit fini.

1. Résultats des analyses physico-chimiques :

1.1. Résultats des analyses effectuées sur l'eau de procès :

Les résultats des analyses physico-chimiques effectuées sur l'eau de procès sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau n°7:Résultats des analyses physico-chimique effectué sur l'eau de procès.

Les analyses effectuées	Résultats			Norme (NF)
	1 ^{er} essai	2 ^{ème} essai	Moyenne	
pH (à 20°C)	7,41	7,41	7,41	7 – 8
TA (°F)	0	0	0	00
TAC (°F)	21,2	21,6	21,4	<26 °F
TH (°F)	12,3	12,5	12,4	10 – 15 °F
CL (mg/l)	31,2	31	31,1	<100mg/l

D'après le tableau n°7, on remarque que le pH de nos échantillons d'eau analysée a une valeur 7,41 qui est conforme aux normes **AFNOR(1986)**, qui exigent une valeur comprise entre 7 et 8.

Selon **Lauze (2002)**, le pH varie en fonction de la température de l'eau. Pour la consommation humaine, sa valeur doit être la plus proche possible de la neutralité. On considère que les normes de santé sont respectées si, le pH est compris entre 6,5 et 8 à une température de 20°C.

La valeur du titre alcalimétrique(TA) est nulle pour l'échantillon d'eau étudié. Par contre la valeur du titre alcalimétrique complet(TAC) pour nos échantillons a une valeur de 21,4 °F. Ces valeurs sont conformes aux normes **AFNOR (1986)**, qui exigent pour le TA une valeur nulle, et pour le TAC une valeur inférieure de 26 °F.

La valeur du titre hydrométrique (TH) pour l'eau analysé est de 12,4 °F. Cette valeur est conforme aux normes **AFNOR (1986)**, qui exigent des valeurs comprise entre 10 et 15 °F.

Selon **Desjardins (1997)**, la dureté de l'eau est associée à la présence d'ions métalliques bivalents en solution (Ca^{2+} , Mg^{2+} , etc.). Lorsque la dureté de l'eau dépasse les normes, elle entraîne l'entartrage et la corrosion des installations et des tuyauteries, et elle est de moindre qualité, ce qui peut influencer sur la qualité du produit dans lequel cette eau sera utilisée, et est même inacceptable pour la plupart des utilisations domestique.

D'après le tableau n°7, la teneur en chlore est de 31,1mg/l. Cette valeur est conforme aux normes **AFNOR (1986)**, qui exigent une valeur inférieure à 100mg/l.

Selon **Bliefert et Perraud (2001)**, la teneur élevé en chlore dans l'eau de procès, est un risque pour la santé du consommateur et pour la technologie agroalimentaire, car par réaction avec d'autres composés organiques solubles dans l'eau, il forme des substances chlorées dangereuses dite organochlorés pour la santé.

1.2. Résultats des analyses effectuées sur les grains de blé dur :

1.2.1. Masse à hectolitre (poids spécifique) :

Les résultats du poids spécifique sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau n°8 : Le poids spécifique du blé dur 100% importé

	Le poids spécifique (Kg/hl)			Norme (NA)
	1 ^{er} essai	2 ^{ème} essai	Moyenne	
Blé dur	82,90	82,60	82,75	≥74kg/hl

La masse à hectolitre est appelée communément poids spécifique (PS) où l'on mesure la quantité des grains au volume. Elle présente un intérêt commercial ; elle est généralement prise en compte dans les contrats de transactions commerciaux.

Les résultats obtenus sont conformes aux normes préconisées, le poids spécifiques du Blé dur est élevé (82,75 Kg/hl) ce qui donne un rendement appréciable en semoule.

La norme Algérienne précise un poids spécifique supérieur ou égale à 74 Kg/hl pour le Blé dur.

1.2.2. Poids de Mille Grains (PMG) :

Les résultats du poids de 1000 grains sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau n°9: le poids de 1000 grains du blé.

	PMG (g)			Norme (NA)
	1 ^{er} essai	2 ^{ème} essai	Moyenne	
Blé dur	37,90	37,71	37,80	≤ 45g

Nos résultats sont conformes aux normes algériennes (≤ 45g), le PMG est de 37,80g considéré comme un facteur déterminant du rendement semoulier des grains.

Selon **Bennerot et Galais(1992)**, le PMG est un critère variétal pouvant subir des fluctuations liées particulièrement à l'échaudage (accident physiologique due à un déficit hydrique ayant pourconséquence un dessèchement du grain avant maturation).

1.2.3. Le calibrage :

Les résultats du calibrage des grains sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau n°10:Résultats du calibrage des grains de blé dur.

	Prise d'essai (g)	Calibrage des grains (%)		
		Tamis 2.8mm	Tamis 2.5mm	Tamis 2.2mm
Blé dur	100g	80	17	1

Les résultats du calibrage obtenus sont totalement différents, et cela est normal car la taille des grains diffère. 80% des grains sont retenus par le tamis 2.8mm ce qui appréciable, selon **DexteretMatsuo (1980)**, les variétés à gros grains sont généralement préférées aux variétés à petits grains.

En effet selon **Lampereuret al. (1997)**, les variétés à gros grains donnent de meilleurs rendements en semoule.

1.2.4. Taux de mitadinage :

Tableau n°11 : Classement des blés en fonction de leur degré de mitadinage.

Taux de mitadinage (%)	Classification
0 à 20	Bonne qualité
20 à 40	Qualité acceptable
>40	Non admis à l'intervention

(Mahaut, 1996)

Les résultats du Taux de mitadinage sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau n°12 : Taux de mitadinage de blé dur.

	Taux de mitadinage (%)		
	1 ^{er} essai	2 ^{ème} essai	Moyenne
Blé dur	6,20	7,10	6,65

Les résultats obtenus montrent que le taux de mitadinage de notre blé est de 6,65%. On se référant au règlement communautaire n° 2057/1987 (Mahaut, 1996) et nos résultats, on constate que le blé présente un taux de mitadinage entre 0% et 20%, et qui peut fournir un produit fini de bonne qualité.

Selon le règlement communautaire algérien n° 824/2000, un grain mitadiné est un grain dont l'amande ne peut être considérée comme pleinement vitreuse. Le mitadinage est directement liée à la qualité de protéines contenues dans le grain, et dépend des conditions de cultures et de récolte : il déprécie la qualité des semoules et des produits dérivés.

1.2.5. Taux d'impuretés :

Les résultats obtenus du taux d'impuretés rencontrées chez le blé sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau n°13 :valeurs des impuretés rencontrées chez le blé dur analysé.

Type des grains	Taux (%)
Grains sains	70,09
Grains mitadinés	6,20
Grains cassés	12,13
Grains mouchetés	3,09
Grains étrangers	2,09
Grains de blé tendre	1,01
Grains moisies	3,01
Grains maigre	1,02
Points noirs	1
Poussière	0,21

Les résultats obtenus présentent un taux d'impuretés (29,91%) supérieur au seuil limite toléré qui est de 10% selon la norme **ISO 11051** relatives aux impuretés, par conséquent ce taux élevé va diminuer la valeur marchande des lots avec des réfections sur les prix.

D'après **Samson et Desclaux (2006)**, la moucheture est la plus grave des maladies du blé dur, elle déprécie la qualité des semoules et l'aspect des pâtes alimentaires, et se référant à la réglementation européenne **CCE 824/2000** qui fixe la valeur maximale d'intervention à 5% on peut considérer que notre blé est conforme.

Selon (**Feuillet, 2000**) :

- La présence de ses déchets influe sur la qualité sanitaire.
- La présence des grains mouchetés influe sur la couleur de la semoule (apparition des piqûres noires)
- La présence des grains cassés et maigres diminue le rendement qualitatif semoulier.
- La présence des grains mitadinés influe sur la qualité organoleptique et sanitaire de la semoule.

1.2.6. Teneur en eaux :

Les résultats obtenus de la teneur en eau sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau n°14: la teneur en eau de blé dur analysé.

	Humidité (%)			Norme (NA)
	1 ^{er} essai	2 ^{ème} essai	Moyenne	
Blé dur	11,88	11,98	11,93	< 14,5

Nos résultats sont acceptable et conformes aux normes algériennes(<14,5%), le taux d'humidité est de 11,93%.

Godon et Willm (1998), définissent la teneur en eau comme étant la quantité en gramme d'eau rapportée à 100g de substances sèches (teneur en eau %/ms). Elle nous permet donc de ramener tous nos résultats à la même échelle de grandeur, à savoir la matière sèche.

Selon **Codex Sand(1995)**, relative aux taux d'humidité, Une teneur moindre en eau peut être exigée pour certaines destinations, compte tenu du climat, de la durée du transport et de celle du stockage. Les gouvernements acceptant la norme sont priés d'indiquer et de justifier les critères applicables dans leur pays.

Dans ce cas les grains sont secs ce qui est bon pour l'extraction de la semoule et assure une bonne conservation contrairement aux grains humides. Donc plus l'humidité est faible plus la conservation est meilleur.

1.2.7. Taux de cendre :

Les résultats dutaux de cendre sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau n°15 :Taux de cendre des grains de blé dur.

	Taux de cendre (%)			Norme (NA)
	1 ^{er} essai	2 ^{ème} essai	Moyenne	
Blé dur	1,86	1,93	1,89	1,6 – 2,1 %

Les matières minérales sont des constituants mineurs dans les grains et la semoule (**Godon et loisel, 1997**).

A partir du tableau n°15 ;Les résultats obtenus sont conformes aux normes algériennes, le taux de cendre des grains de blé dur est de 1,89%.

Selon **Godon et willm (1998)**, la teneur des grains en matières minérales ainsi que la composition de ces matières minérales sont relativement fixes quelques soient les conditions externes de culture.

Selon **Guezlane (1993)**, la teneur en matière minérale augmente en allant de l'albumen central vers la périphérie, et la teneur en cendre des semoules augmente avec la progression de la mouture.

1.2.8. Teneur en protéine totale :

Les résultats obtenus de la teneur en protéines totales sont mentionnés dans le tableau suivant :

Tableau n°16 : La teneur en protéines totales des grains de blé.

	Teneur en protéines (%)			Norme (NA)
	1 ^{er} essai	2 ^{ème} essai	Moyenne	
Blé dur	13,92	14,35	14,13	11 - 15%

D'après le tableau n°16; les résultats obtenus de la teneur en protéines totales des grains de blé sont conformes à la norme algérienne.

Les grains de blé dur présentent une teneur importante en protéines (14,13 %) ce qui donne par la suite des semoules de bonne qualité.

Selon **Melasetal.(1993)**, la teneur en protéines des grains varie selon la variété en fonction des conditions de culture, elle joue un rôle important dans la qualité rhéologique des semoules parce que c'est à partir de cette fraction que se forme le gluten, donc plus la teneur en protéines des grains est importante, plus la qualité des semoules obtenues est meilleure.

1.3. Résultats des analyses effectuées sur la semoule :

1.3.1. Granulométrie des particules (taux d'affleurement) :

Les résultats de la granulométrie de semoule sont représentés par la figure n°12.

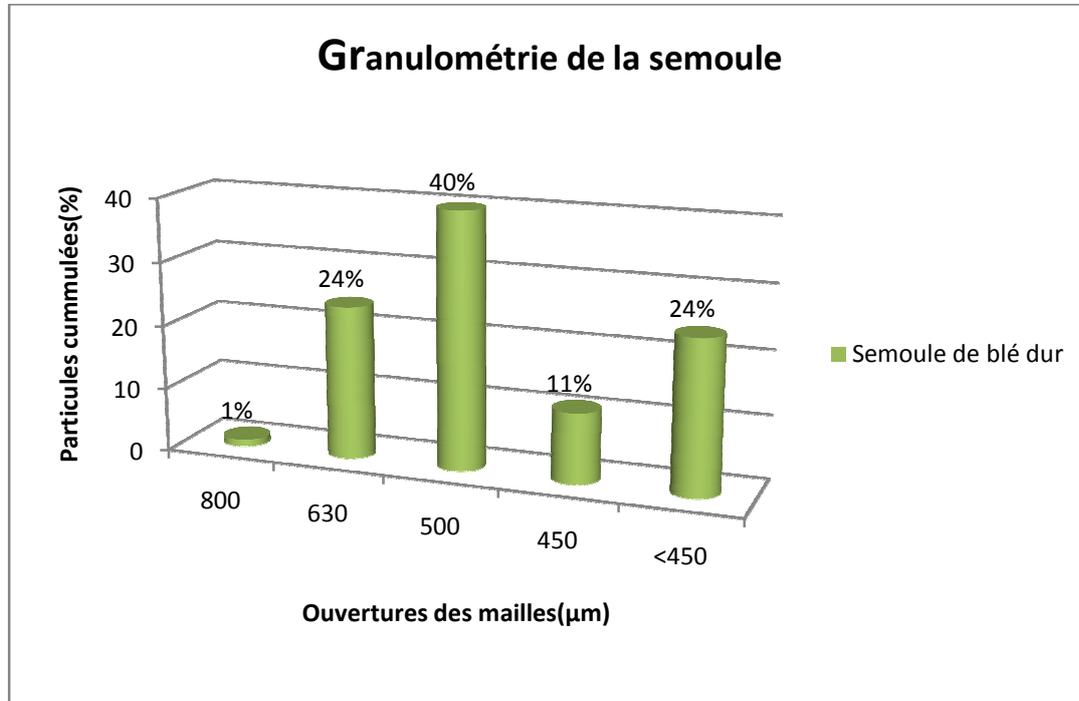


Figure n°12 : Granulométrie de la semoule.

D’après la figure n°12 ; la semoule étudiée à une granulométrie des particules plus ou moins homogène qui se situe entre 800µm et 450µm, néanmoins pour la fabrication de Couscous il est nécessaire de maintenir un taux bas de semoule fine pour favoriser le roulage du Couscous.

L’analyse granulométrique permet de caractériser la répartition en taille et en pourcentage des particules qui composent une Semoule, la détermination de la taille des particules est un critère déterminant de l’homogénéité des particules de semoule. La granulométrie peut influencer la vitesse d’hydratation de la semoule.

La granulation est variable tout dépend des exigences du commerciale.

1.3.2. Teneur en eau :

Les résultats obtenus de la teneur en eau dans la semoule sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau n°17 : la teneur en eau du couscous.

	Humidité (%)			Norme (NA)
	1 ^{er} essai	2 ^{ème} essai	Moyenne	
Semoule SGM	13,54	13,48	13,50	< 14,5%

D'après le tableau n°17, la teneur en eau de la semoule étudiée (13,50%) est conforme aux normes (NA) qui assurent le bon conditionnement du produit fini.

En règle générale, plus l'humidité est faible plus la conservation est meilleure.

Selon **Feillet (2000)**, l'humidité est un facteur crucial dans l'évolution des phénomènes biologiques, le contrôle de l'humidité des semoules permet de minimiser le risque d'altération lors de conditionnement et du stockage, plus la teneur en eau est faible plus la qualité des semoules est meilleure.

1.3.3. Taux de cendre :

Les résultats obtenus sont regroupés dans le tableau suivant :

Tableau n°18 : Le taux de cendre de la semoule SGM de blé dur.

	Taux de cendre (%)			Norme (NA)
	1 ^{er} essai	2 ^{ème} essai	Moyenne	
Semoule SGM	0,77	0,77	0,77	0.8 - 1.10%

La mesure de la teneur en cendres est le critère principal utilisé pour apprécier la pureté d'une semoule.

D'après le tableau n°18 ; la teneur en cendre de la semoule analysée est acceptable et conforme à la norme, elle est de l'ordre de 0,77%. Donc notre semoule est pure.

Le taux de cendre de semoule est inférieur à celle des grains (son, germe, albumen) qui sont riche en éléments minéraux, ceci est probablement lié à la provenance de la semoule du centre de l'albumen qui est pauvre en cendre.

Selon la norme **NA.732/1991**, le taux de cendres est la quantité de matières minérales, principalement contenues dans le son et encore mélangées à la semoule. Plus la semoule est pure, plus le taux de cendres est faible. Ce taux est réglementé par les pouvoirs publics et permet le classement des semoules selon un certain nombre de critères bien déterminés. Plus le taux d'extraction est élevé plus le taux de cendre diminue.

1.3.4. Détermination l'indice de chute :

Selon **ISO 3093/2009**, la détermination du niveau d'activité alpha-amylasique des céréales par la méthode dite l'indice de chute (IC).

Cette méthode est applicable aux céréales en grains, en particulier au blé tendre et au seigle, et leurs farines, ainsi qu'au blé dur et ses semoules.

Les résultats de l'indice de chute de la semoule de blé dur sont représentés dans le tableau ci-dessous :

Tableau n°19 : l'indice de chute de la semoule de blé dur.

	Temps de chute (sec)		
	1 ^{er} essai	2 ^{ème} essai	Moyenne
Semoule SGM	349	321	335

Plus le temps est court, plus l'activité amylasique est élevée (**Sinnaeve, 2007**).

Selon la classification du **Calvel (1980)** ;

- 180-250 sec : activité amylasique moyenne.
- 250-310 sec : activité amylasique normale.
- ≥ 310 sec : activité amylasique faible.

Alors, on remarque que la semoule analysée a une activité amylasique faible, donc cette dernière issue d'un blé à l'état de germination lente.

1.3.5. Taux du gluten :

➤ Teneur en gluten sec :

Les résultats obtenus de la teneur en gluten sec sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau n°20 : La teneur en gluten sec de la semoule de blé dur.

	Teneur en gluten sec (%)			Norme (NA)
	1 ^{er} essai	2 ^{ème} essai	Moyenne	
Semoule SGM	12,52	11,90	12,21	11-13%

Selon **Godon (1991)**, la teneur en gluten sec peut varier de 10 à 17%, mais la valeur optimale pour la fabrication des pâtes alimentaires est de l'ordre de 13%.

Les résultats acquis sont conformes aux normes (11 – 13%), on observe que le pourcentage du gluten sec de la semoule de blé dur est de 12,21%.

Selon **Matveef (1966)**, les variétés de blé présentant une teneur en gluten sec inférieure à 11% ms sont considérées comme des blés de force et toutes variétés présentant une teneur comprise entre 11 et 15% ms sont considérées comme blés de bonne qualité pastifière et les blés > 15% comme de très bonne valeur pastifiante.

En se basant sur ces données, notre échantillon est classé parmi les blés de bonne qualité pastifière.

➤ Teneur en gluten humide :

Les résultats de la teneur en gluten humide sont regroupés dans le tableau suivant :

Tableau n°21 : La teneur en gluten humide de la semoule de blé dur.

	Teneur en gluten humide(%)			Norme (NA)
	1 ^{er} essai	2 ^{ème} essai	Moyenne	
Semoule SGM	37,60	36,95	37,27	<100%

Nos résultats sont conformes aux normes (<100%), la teneur en gluten humide de la semoule est de 37,27%

Selon **Godon (1991)**, le gluten humide contient jusqu'à 77% d'eau c'est-à-dire à peu près deux parties d'eau pour une partie de matière sèche.

Selon **Cheftel et al. (1997)**, Il y a une relation entre la force de gluten (force de la pâte) et la qualité culinaire du produit fini(couscous).

➤ **Coefficient d'hydratation :**

Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau n°22 : Coefficient d'hydratation des semoules.

	Coefficient d'hydratation(%)			Norme (NA)
	1 ^{er} essai	2 ^{ème} essai	Moyenne	
Semoule SGM	66,70	67,79	67,24	50 – 70 %

D'après le tableau n°22, le coefficient d'hydratation de la semoule est de 67,24%. On remarque que la semoule contient une teneur de gluten conforme à la norme (50 – 70%).

Selon **Guezlane (1993)**,le paramètre le plus influant sur le rendement de l'opération de roulage est le taux d'hydratation des semoules. En effet, une hydratation insuffisante a pour effet de diminuer de manière très importante le taux de roulage au profil des fractions fines, la forte hydratation à une influence marquée sur la facilité de roulage, le rendement en couscous, l'indice de gonflement.

Feillet (2000), mentionne que le gluten d'une semoule de mauvaise qualité s'hydrate plus facilement et se révèle plus visqueux et moins élastique que celui extrait d'une semoule de bonne qualité.

1.3.6. Teneur en protéine totale :

Les résultats obtenus de la teneur en protéines totales sont mentionnés dans le tableau suivant :

Tableau n°23 : La teneur en protéines totales de semoule.

	Teneur en protéines totale (%)			Norme (NA)
	1 ^{er} essai	2 ^{ème} essai	Moyenne	
Semoule SGM	13,70	13,55	13,62	10 - 15%

Les résultats obtenus (13,62 %) sont conformes aux normes (10 – 15 %), on remarque que la semoule de blé dur est riches en protéine, cela est dû à la richesse des grains de blé dur en protéines.

Nos résultats sont conformes aux normes indiquées par **kovacs et al. (1977)**, qui disent que la teneur en protéines des farines et semoules est comprise entre 9 et 15%.

De nombreux auteurs notamment **Dexter et Matsuo (1977)** et **Feillet (1994)**, ont montré que les protéines des semoules jouent un rôle prépondérant dans la détermination des propriétés rhéologiques et la qualité culinaire.

La teneur en protéines des semoules est inférieure à celui des grains, cela est expliqué par les travaux de **Houliaropoulos et al. (1981)**, qui est montré que la teneur en protéines augmente en allant de l'albumen central vers l'albumen de périphérique.

1.3.7.Mesure de l'acidité grasse :

Les résultats obtenus de l'acidité grasse sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau n°24:Acidité grasse de la semoule.

	L'aciditégrasse (g H ₂ SO ₄ /100g MS)			Norme (NA)
	1 ^{er} essai	2 ^{ème} essai	Moyenne	
Semoule SGM	0,045	0,043	0,044	≤0,050 g

D'après les résultats d'analyse du tableau n°24, nous remarquons que l'acidité grasse de la semoule (0,044g) est conforme à la norme (≤0,050g de H₂SO₄/100g de matière sèche), cela se traduit par des bonne conditions de stockage. La semoule analysée provient donc des grains de blé dur sains et de bonne qualité et qui sont stockés dans les bonnes conditions d'humidité et de température, ce qui donner par la suite des produits finis (couscous) de bonne qualité.

Selon **Guezlane (1993)**, l'acidité grasse est un indicateur de l'état de bonne conservation du blé, semoule et pâtes alimentaires, en effet au cours de la conservation les lipides ont tendance à se dégrader en se transformant en acides gras libres.

1.4. Résultats des analyses effectuées sur le couscous :

1.4.1. Granulométrie :

Les résultats de la granulométrie du couscoussont représentés dans la figure n°13.

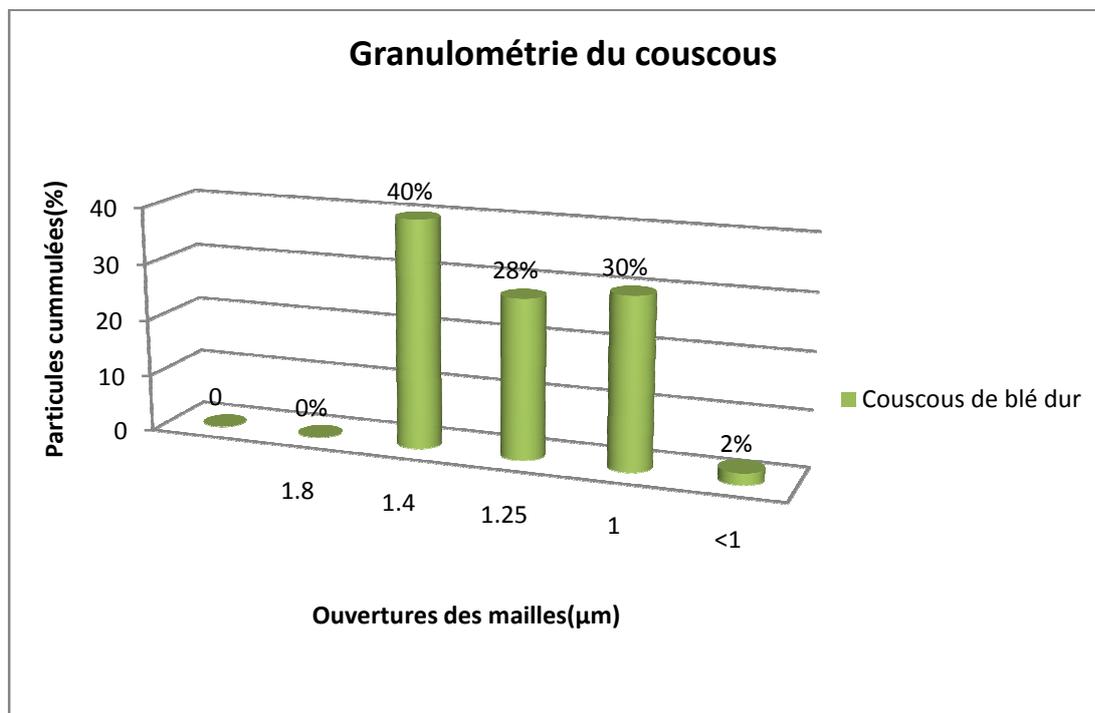


Figure n°13 : Granulométrie du couscous

D'après la figure n°13, on remarque que le couscous étudié présente une granulométrie plus au moins homogène qui ne dépasse pas 40% dans le tamis 1.4 μm, et 28% dans le tamis 1.25 μm et 30% dans le tamis 1 μm, pour le refus de tamis <1 μm il y a un pourcentage faible de 2%.

Selon la classification (**NFV03-721/1994**), les résultats obtenus sont conformes aux normes.

Nous constatons la présence des particules de couscous de diamètre inférieure à 1 μm. Ceci semble témoigner la présence de particules de semoules non agglomérées et mélangées au couscous suite à une mauvaise conduite des opérations de roulage et/ou de malaxage et

d'hydratation ou bien non recyclage des particules fines et leur incorporation avec les granules de couscous de diamètre désiré.

Selon **Guezlane (1993)**, l'hydratation insuffisante et une faible durée de malaxage ont pour effet de diminuer de manière très importante le taux de roulage au profit des fractions fines.

1.4.2. Teneur en eaux :

Les résultats obtenus sont regroupés dans le tableau ci-dessous :

Tableau n°25 : la teneur en eau du couscous.

	Humidité (%)			Norme (NA)
	1 ^{er} essai	2 ^{ème} essai	Moyenne	
Couscous moyen	11,59	11,67	11,63	11,5%-12,5%

Selon le tableau n°25, nos résultats sont conformes aux normes (11.5%-12,5%), le taux d'humidité est de 11,63%. ce qui permet une bonne conservation du couscous sans risque d'altération par les moisissures et les microorganismes.

Selon **Boudreau et Menard (1992)**, le séchage s'effectue en deux stades, le premier à 65°C pendant 120 min et le second à 55°C pendant 270 min ; il joue un rôle important dans les caractéristiques organoleptiques du produit fini.

La détermination de la teneur en eau du couscous (après séchage) est très importante pour le stockage est la conservation du produit fini, plus l'humidité est faible, plus la conservation est meilleure.

1.4.3. Taux de cendre :

Les résultats du taux de cendre sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau n°26 : Taux de cendre du couscous.

	Taux de cendre (%)			Norme (NA)
	1 ^{er} essai	2 ^{ème} essai	Moyenne	
Couscous moyen	0,78	0,76	0,77	< 1%

D'après le tableau n°26, le taux de cendre du couscous est conforme à la norme, elle est de l'ordre de 0,77%.

1.4.4. Mesure de l'acidité grasse :

Les résultats obtenus de l'acidité grasse du couscous sont placés dans le tableau suivant :

Tableau n°27 : Acidité grasse du couscous.

	Acidité grasse (g H ₂ SO ₄ /100g MS)			Norme (NA)
	1 ^{er} essai	2 ^{ème} essai	Moyenne	
Couscous moyen	0,030	0,033	0,0315	≤0,050 g

L'acidité grasse est un indicateur de bonne conservation du couscous. Les résultats de tableau indiquent que l'acidité grasse de couscous analysé est de 0,0315g H₂SO₄/100g MS.

Selon **JORA (2007)**, nos résultats obtenus sont conformes aux normes algériennes.

Le couscous analysé provient donc de semoule de bonne qualité et qui sont stockés dans les bonnes conditions d'humidité et de température.

1.4.5. Teneur en protéines :

Les résultats obtenus de la teneur en protéines totales sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau n°28 : La teneur en protéines totales du couscous.

	Teneur en protéines (%)			Norme*
	1 ^{er} essai	2 ^{ème} essai	Moyenne	
couscous moyen	13,65	13,55	13,60	>10,5%

Norme^(*) entreprise MOULA PATES

Les résultats obtenus (13,60 %) sont conformes aux normes de l'entreprise (>10,5%), On remarque que le couscous analysé est riche en protéine, cela est dû à la richesse des grains de blé dur en protéines et leur semoule.

Selon **Guezlane (1993)**, les protéines du blé dur sur le plan qualité et quantité, jouent un rôle important et fondamental dans l'expression de la qualité culinaire des pâtes et du couscous.

1.4.6. Gonflement à froid et à chaud :

La détermination de l'indice de gonflement à 25C° et à 100C° figure parmi les critères d'appréciation de la qualité culinaire du Couscous (**Guezlane et Abecassis, 1991**).

Les résultats de gonflement à froid et à chaud sont représentés dans la figure n°14.

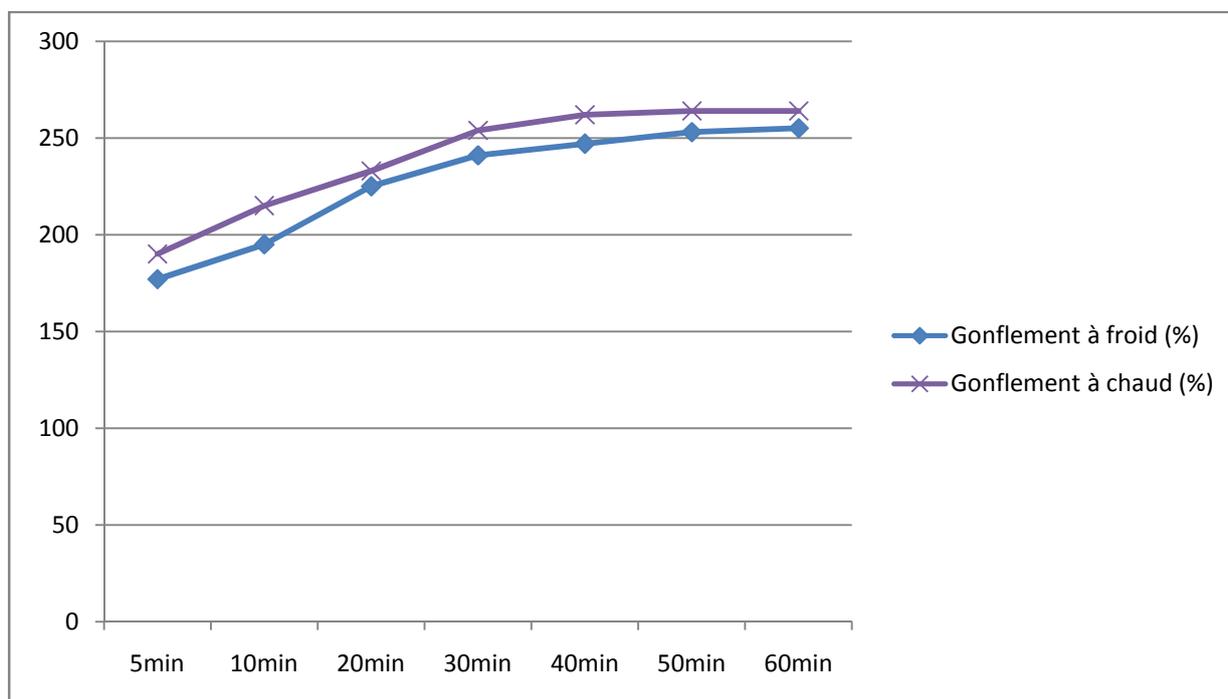


Figure n°14 : Gonflement à froid et à chaud du couscous.

D'après la figure n°14, Les échantillons du couscous analysés ont un bon gonflement en particulier le gonflement à chaud.

Le gonflement à froid du couscous, il est de 177% à 5mn, et de 241% à 30mn et le seuil maximal 255% après 1h.

Le gonflement à chaud du couscous, il est de 190% à 5mn, et de 254% à 30mn et le seuil maximal 264% après 1h.

En comparant le gonflement à froid (25°C) de l'échantillon à celui à chaud (100°C), on remarque que la vitesse du gonflement à chaud est plus rapide, ceci s'explique par le bouleversement de la structure native de l'amidon en se gélatisant à 100°C devient plus hydrophile et sa capacité de gonflement accroit(Singh *et al.*, 2006).

Le gonflement à froid et à chaud du couscous est un critère de qualité, il est contrôlé chaque les 2 heures dans les usines pour déterminer la capacité de gonflement du couscous.

D'après **Guezlane (1993)**, l'utilisation d'une pression de vapeur et/ou d'une durée de cuisson plus importante a pour effet d'accroître le gonflement du couscous à l'eau froide. Alors que l'élévation de la température de séchage induit à une diminution du gonflement, notamment dans l'eau froide.

1.4.7.Délitescence :

Les résultats obtenus de délitescence sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau n°29 : la délitescence du couscous.

	Délitescence (%)		
	1 ^{er} essai	2 ^{ème} essai	Moyenne
Etat cru	1,70	1,74	1,72
Etat cuit	2,54	2,58	2,56

D'après les résultats obtenus, on constate que la délitescence à l'état cru (1,72%) est plus faible qu'à l'état cuit (2,56%).

Selon **Cheftel et al. (1997)**, plus le traitement hydrothermique est poussé, plus les pertes en matières sècheront importantes.

L'état de désagrégation du couscous, elle constitue un paramètre de qualité culinaire du couscous et un critère fondamental de la qualité organoleptique du couscous cuit (**Yettou et al., 2000**).

L'évolution de la température de séchage augmente proportionnellement le degré de délitescence du couscous (l'état de désagrégation), ceci s'explique par l'action de la température de séchage sur le gluten (dénaturation). Le réseau protéique trop lâche, suite à une perte importante de la matière sèche.

Se quand nous pouvons déduire d'après nos résultat que le test délitescence nous a permet de déduire que la quantité de notre couscous est très appréciable.

1.4.8. Test de cuisson :

Les résultats obtenus de test de cuisson sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau n°30 : Test de cuisson du couscous.

Paramètres	Couscous moyen de blé dur
Temps de cuisson	15mn
Poids initial	100g
Poids final	294g
Comportement lors de la réhydratation	Particule uniforme, non collante, présentent un bon gonflement
Tenus à la cuisson	Bonne
Granulométrie observée	Uniforme

Selon la norme (Guezlane, 1993)

D'après le tableau n°30, notre couscous analysé présent des propriétés acceptable par le consommateur tel qu'il n'est pas collant, le degré d'individualisation des particules est satisfaisant et le gonflement est élevé ce qui sera traduit par une bonne absorption de la sauce.

Selon **Guezlane (1993)**, un bon couscous doit absorber environ deux fois son poids d'eau pendant la cuisson et conserve une certaine fermeté et viscoélasticité, et ses grains doivent rester bien individualisés sans se déliter, ni se coller entre eux.

2. Résultats des analyses microbiologiques :

2.1. Résultats des analyses microbiologiques effectuées sur l'eau de processus :

Les résultats obtenus lors de l'analyse microbiologique de l'eau de processus sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau n° 31: Résultats des analyses microbiologiques effectuées sur l'eau de processus.

Résultats/Norme	Résultats	Norme (NA)
Germes recherchés		
Germes totaux à 22°C	10	<10 ² germes/ml
Germes totaux à 30°C	Absence	20germes/ml
Coliformes totaux	Absence	<10germes/100ml
Coliformes fécaux	Absence	Abs/100ml
Streptocoques fécaux D	Absence	Abs/100ml
Clostridium sulfito-réducteurs	Absence	Abs/20ml

D'après le tableau n°31, la recherche des germes totaux à 22°C a montré une présence très faible est de 10germes /1ml dans l'eau analysé et la recherche des germes totaux à 30°C, des coliformes totaux et fécaux, des streptocoques fécaux de groupe D et des clostridium sulfito-réducteurs ; a montré l'absence de l'ensemble de ces germes dans l'échantillon de l'eau de processus analysé.

Les paramètres retenus pour déterminer la qualité microbiologique d'une eau sont la recherche et le dénombrement des clostridium sulfito-réducteurs ayant pour but la détermination de l'existence ou non d'une contamination fécale ancienne (car leur spores sont très résistantes), et permet de savoir si le produit présente un risque sur la santé du consommateur (**Joffin et Joffin, 1985**).

D'après **Jeantet et al.,(2006)**, on trouve d'une manière générale assez peu de micro-organismes pathogènes dans l'eau, sauf celle-ci a été en contact avec une source de contamination par des matières fécales qui peut présenter un large éventail de maladies bactériennes.

L'ensemble des résultats obtenus reflètent que l'eau de procès est de bonne qualité microbiologique, celle-ci est due à l'efficacité du traitement surtout l'addition des composés chimique à effet bactéricide, tels que le chlore qui permettent d'éliminer les micro-organismes pathogènes et les bactéries ainsi que la majorités des germes banaux (**Cardot, 1999**), mais nous supposons également que cette bonne qualité est due au contrôle quotidien que subit l'eau de forage au niveau de l'unité «Moula pates».

2.2. Résultats des analyses microbiologiques effectuées sur le blé, semoule et le couscous :

Les résultats obtenus des analyses microbiologiques effectuées sur les matières premières et le produit fini sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau n°32: Résultats des analyses microbiologique effectuées sur le blé, semoule et le couscous.

	Résultats des analyses microbiologiques (MO/g de produit)			
	Moisissures		Clostridium sulfito-réducteurs	
	1 ^{er} essai	2 ^{ème} essai	1 ^{er} essai	2 ^{ème} essai
Blé dur	Absence	Absence	Absence	Absence
Semoule SGM	absence	absence	Absence	Absence
Couscous moyen	absence	absence	Absence	Absence
Norme (NA)	<10 ²		<10 ²	

D'après les résultats des analyses microbiologiques effectuées, ils révèlent que les échantillons analysés ne contiennent pas des moisissures, ni des clostridium sulfito-réducteurs. Donc on peut dire que le blé dur, la semoule SGM et le couscous moyen analysés présentent une bonne qualité microbiologique.

Selon **Prescot et al., (2003)**, le séchage des aliments est l'un des procédés les plus anciens et les plus répandus de conservation car l'eau et sa disponibilité affecte la capacité des microorganismes à coloniser les aliments, en séchant un aliment, on arrive à contrôler ou éviter la détérioration.

Conclusion

Les analyses physico chimiques effectuées sur l'eau de procès montre que l'eau testé possède des résultats qui sont conforme aux normes.

Les analyses microbiologiques montrent une présence tolérée pour les germes totaux à 22°C alors qu'une absence totale des germes recherchés (Germes totaux à 30°C, Coliformes totaux, Coliformes fécaux, Streptocoques fécaux D, Clostridium sulfito-réducteurs) dans l'eau de procès. Ces résultats prouvent que l'eau de procès de bonne qualité microbiologique.

Concernant le blé dur utilisé, on a constaté que ; le PS, PMG, calibrage, taux de mitadinage, taux d'impureté, et la teneur en eau ainsi que taux de cendre, la teneur en protéines sont conforme à l'exigence des normes.

Les paramètres réalisés sur la semoule SGM de blé dur ; la granulométrie, teneur en eau, taux de cendre, indice de chute, la teneur en gluten, teneur en protéines, l'acidité grasse présente des résultats parfaits en comparaison avec les normes législatives.

Les analyses effectuées sur le couscous montrent que leur taux d'humidité, taux de cendre sont acceptables et conformes aux normes, en plus de leur richesse en protéines confirmé. Ce qui concerne l'acidité grasse qui est un indicateur de bonne conservation du couscous qui nous à donner des résultats conforme aux normes.

La granulométrie de couscous étudiée est plus au moins homogène et la dimension des granules sont d'une taille moyenne ce qui conforme aux paramètres des couscous moyen.

Les analyses de la délitescence, le gonflement permettent d'apprécier la qualité culinaire du couscous, les résultats obtenus montre que ; le gonflement à chaud est mieux en comparaison avec le gonflement à froid. Pour la délitescence, la désagrégation du couscous à l'état cuit est meilleure qu'à l'état cru.

Après le test de cuisson, nous avons constaté que le couscous analysé présente un bon gonflement lors de la réhydratation et une bonne absorption d'eau et surtout il ne se colle pas, ce qui permet de dire qu'il est d'une bonne qualité culinaire.

Pour les analyses microbiologiques effectuées depuis la matière première (blé dur) et la semoule SGM qui servi comme une matière première du couscous jusqu'au produit fini (couscous), nous avons constaté qu'il y avait une bonne qualité microbiologique due à l'absence total des moisissures et les spores de Clostridium sulfito-réducteur.

Les analyses effectuées sur les échantillons de couscous ont permis de conclure que le couscous industriel analysé est de bonne qualité sur le plan physicochimique et microbiologique.

Références bibliographiques

Abecassis J., 1991 : Industrie des céréales qualité de blé dur N°72, de la semoule et des pâtes alimentaires. pp 232.

AFNOR, 1991 : Recueil des normes françaises : Céréales et produits céréaliers.

Autran J.C.; Feillet P.; Icard-Vernière C., 2000 : Bases biochimiques du brunissement des pâtes alimentaires, (Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens ; n. 40), "Zaragoza : CIHEAM-IAMZ. p. 431-438.

Bailly, 1985 : Le blé dur, la semoulerie, industries des céréales, 36Pp.5-12

Bennerot H., et Galais A., 1992 : Amélioration des espèces végétales cultivées : objectifs et critères de sélection. Montpellier, France: Edition INRA. Pp. 437.

Bliefert C., et Perraud R., 2001 : Chimie de l'environnement : Air, eau, sols, déchets édition De Boeck. 477p.

Boudreau A., Menard G., 1992 : Le blé, éléments fondamentaux et transformation. Les presses de l'université Laval. Sainte-Fay. Canada, Pp.439.

Boudreau A., et Menard G., 1992 : Le blé ; éléments fondamentaux et transformation. Ed. Les presses de l'université de laval. Québec, p. 131.

Buhler, 2001 : Catalogues manuels d'équipement, industrie de service.

Boukhemia A., 2003 : Aptitudes technologiques de quelques variétés de blé dur local : interaction amidon-protéine, thèse de magister option : science alimentaires. Boumerdes.

Boullard B., 1997 : Dictionnaire : plantes et champignons. Ed. Estem, Paris, p.151.

Calvel R., 1980 : Que sais-je ? Le pain Paris : Presses Universitaires de France, 126 p.

Cardot C., 1999 : Technique appliquées aux traitements des eaux édition Ellipse, 248p.

Chefel J.C., 1992 : Introduction à la biochimie et à la technologie des aliments. Techniques et documentation, V. I, pp. 105-145.

Cheftel J.C., Cheftel H., et Besancon S., 1997 : Introduction à la biochimie et à la technologie des aliments. Ed. Lavoisier Tec et Doc. Paris. Pp.105-142.

Codex Standard 178-1991 : Norme Codex pour la semoule et la farine de blé dur.

Darrigol J.L., 1978 : les céréales pour votre santé : propriétés et usages diététiques et thérapeutiques des céréales complètes, du germe de blé et du son. St Jean de Broye, France : Edition Dangles.145p

Desjardins R., 1997 : Le traitement des eaux deuxième édition revue et enrichie Presse inter polytechnique. 304p.

Dexter J.E., et Matsuo P.R., 1977: Influence of protein content on some durum wheat quality parameters. Can. Journal of plant sci. n°57. Pp.712-727.

DjenderZ., Merabti A. et Zaghouane O., 2004 : Procédé traditionnel et coût de fabrication du couscous et de la galette de blé dur dans l'exploitation, ITGC. Ed. IFAD, 33p.

Doumanji A., Doumandji S. et Doumandji –Mitiche B., 2003 : Technologie de transformation des blés et problèmes dus aux insectes au stock, Algérie. Off. Pub. Univ., Alger, 67p.

Feillet P., 2000 : Le grain de blé : composition et utilisation. INRA. Paris, 308p.

Fonzon N., Kaan F., et Nachit M., 1995 : Evaluation de la qualité du blé dur, (Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens ; n°22), "Zaragoza : CIHEAM. p. 53-59.

Franconie H., 2010 : Couscous, boulgour et polenta : transformer et consommer les céréales dans le monde. Ed Karthala, Paris. 434p.

Fredot E., 2006 : Connaissance des aliments bases alimentaires et nutritionnelles de l'alimentation, Ed Lavoisier Tec et doc Paris, Pp.40.53.

Godon B., 1991 : Biotransformation des produits céréaliers. Inra. Paris, 308p.

Godon B., et Loisel W., 1997 : Guide pratique d'analyse dans les industries des céréales. Ed Lavoisier Tec et Doc, Paris. Pp.810.

Godon B., et Willm C., 1991 : Les industries des premières transformations des céréales Pp.291-292.

Godon B., et Willm C., 1998 : Les industries de 1^{ère} transformation des céréales. Paris : Technique et documentation. Lavoisier. 786p.

Guzlane L., 1993 : Misse au point de méthodes de caractéristique et études des modifications physico-chimiques sous l'effet de traitement hydrothermique en vue d'optimiser la qualité du couscous du blé dur. Thèse de Doctorat. INRA. El Harrach. Pp89.104.

Guezlane L., et Senator A., 1985 : Étude physico-chimiques et technologiques de deux types de couscous (artisanal et industriel) Annales. INA. El Harrach, Pp 9.1. 47-62.

Hamadache A., 2001 : Stades et variétés de blé édition TIGC, Pp.7.

Kherrif A., 1996 : Effet de la variation protéique sur l'expression de la qualité technologique du couscous du blé dur. Thèse magistère, INA Elharach, 61p.

Joffin C., et Joffin J. N., 1985 : Microbiologie alimentaire édition centre régional de documentation pédagogique, 174p.

Jeanet R., Croguennec T., Schuck P., et Brulé P., 2006 : Science des aliments. Ed. Lavoisier Tec et Doc. Paris. Pp. 40-53.

Jeanet R., Croguennec T., Schuck P., et Bruel G., 2007 : La science des aliments Technologie des produits alimentaires. Ed, Tec & Doc 2^{ème} Ed. Lavoisier. Paris p 187-452.

JORA, 2007 : Journal officiel de la république algérienne n°80 du 26 décembre 2007.

Kovacs M.I.P., Post.M., Butler G., Woods S.M., Leisle D., Noli J.S. et Dahlke G., 1977: Durum wheat quality comparison of chemical and rheological screening test with sensory analysis. Canadian journal of cereal science. Vol 25. N°1. Pp.65-75

Linden G., Lorient D., 1994 : Biochimie agro-industrielle valorisation alimentaire de la production agricole, Paris édition Masson, Pp 367.

Lampreur I., Chaurand M., Abecassis J., et Atran J.C., 1997 : Valeur semoulière des blés dur (*Triticum durum* defs) ; influence de la taille des grains. Industrie des céréales. Vol 104. Pp.13-20.

Lauze D., 2002 : guide pratique de gestion d'un établissement public local d'enseignement, Tome 2 édition Esf, 320p.

Moll M., Moll N., 2008 : Précis des risques alimentaires. Ed Lavoisier Tec et doc. Paris, Pp.104.345.

Micard V., Abecassis J., Hemery Y., Lullien-Pellerin V., Petitot M. X., 2009 : Produits céréaliers ; influence des procédés sur leurs propriétés nutritionnelles RouauUMR IATE (MTP Sup Agro-INRA-UMII-CIRAD, Montpellier).

Mebtouche K., 1998 : « Caractérisation technologique de quelques lignées de blé dur » In : Céréaliculture N°32. Revue technique et scientifique de l'ITGC. Alger, Pp. 27-33.

Mahaut B., 1996 : Comment évalue-t-on la qualité d'un blé dur ?, Colloque « Perspectives blé dur ». Ed. ONIC, ITCF. France, p. 31.

Matveef M., 1966 : « Influence du gluten des blés durs sur la valeur des pâtes alimentaires », Bull. anc. Ed. Fr. meunerie, 213, Pp.133-138.

Nouaigui S., FtouhiR., Othmanne J.T., 1990 : Etude physico-chimique et microbiologique de deux types de Couscous (Artisanal et Industriel). Annales I.N.A Tunisie. p 8, 2,166-177.

Ocrim SPA : est une société déterminée à améliorer ses activités de recherche, ingénierie, fabrication et réalisation d'installation de broyage, des meuneries, des systèmes de manutention des céréales <http://www.ocrim.com/institusinal/start/>.

Okandza Y., 2000 : Caractérisation technologique et biochimique de quelques variétés de blés durs Algériens. Thèses Magistère. I.N.A. Alger.

Remesy et Leenhardt, 2001 : Voies d'amélioration de la qualité nutritionnelle du pain bio INRA : Clerlont-Ferrand/ Theix. Unité de nutrition.

Rousset et Autran, 1970 : Amélioration de Blé pour sa valeur d'utilisation.

Samson M.F.,et Desclaux D., 2006 : Amélioration de la valeur technologique et commerciale du blé dur : vers une réduction des taux de mouchetures et de mitadins. Ed.Tec & Doc Lavoisier. Paris, p.245.

Sinnaeve G., 2007 : Méthodes d'appréciation de la qualité des blés (et épeautres) destinés à la panification, Département qualité des productions agricoles, Gembloux, le 10 octobre 2007.

Simoes laraz ferreira M., 2001: Dynamique d'assemblage de protéines de réserve et du remplissage du grain de blé dur, Pp.11-12-13.

Singh N., Kaur L., Sandhu K.S., Kaur J., Nishinari K., 2006: Relationships between physicochemical, morphological, thermal, rheological properties of rice starches. Food Hydrocolloids. 20. pp. 532-542.

Trentesaux E., 1995 : « Evaluation de la qualité du blé dur », Options Médit., Zaragoza (ESP), N°22, Pp. 53-59.

Yousfi L., 2002 : Influence des conditions de fabrication sur la qualité du couscous industriel et artisanal. Thèse de Magister. DN ATAA. Université de Constantine, Pp.141.

Yettou N., Guezlane L., Ounan G., 2000: mise au point d'une méthode instrumentale d'évaluation de la délitescence du couscous de blé dur. Symposium blé dur 2000. Enjeu et stratégie.

Zaghouane F., Merabiti A., Zaghouane O., Bouabdelli F., 2003 : Le blé dur : qualité, importance et utilisation dans la région des hauts plateaux, ITGC, Alger, p43.

Introduction

Chapitre I:

Etude Bibliographique

Chapitre II :

Matériel et Méthodes

Chapitre III :

Résultats et Discussion

Conclusion

Références Bibliographiques

Annexes

Annexe 1

Appareillage :



Four à moufle



Nélima Litre



Appareil de PERTEN



Dessiccateur



Bain marie



Mélangeur



Broyeur



Plansichter



Réfrigérant
Plaque chauffante



Minéralisateur



Balance



Etuve



Etuve de CHOPIN

Annexe 2

Verreries et autres :

- Flacons
- Tube à essai
- Baguettes
- Béchers
- Nacelles (pour le four à moufle)
- Pipettes graduées
- Pipettes Pasteurs
- Burette
- Boîtes pétris
- Erlenmeyer
- Entonnoir en verre
- Éprouvette graduée

Produits et réactifs

- l'hydroxyde de sodium
- Chlorure de Sodium
- phénolphthaléine
- Ammoniac
- Acide sulfurique
- Acides sorbique
- Ethanol
- Dichlorométhane
- Na_2CO_3
- Rouge de méthyle
- Alun de fer
- Sulfite de sodium

Annexe 3

Composition des milieux de cultures utilisées

L'eau physiologique :

- Chlorure de sodium
- Eau distillée
- Ph = 7,5

Eau Tryptone-sel (TSE) :

Pour 1 litre de milieu :

- Tryptone.....1,0 g
- Chlorure de sodium.....8,5 g
- pH du milieu prêt-à-l'emploi à 25°C : 7,0 ± 0,2.

Milieu Oxytetracycline Gélose Agar (OGA) :

- Extrait de levure.....5g
- Glucose.....20g
- Agar.....16g
- Eau distillée.....100 ml
- Ph = 6,8 à 7

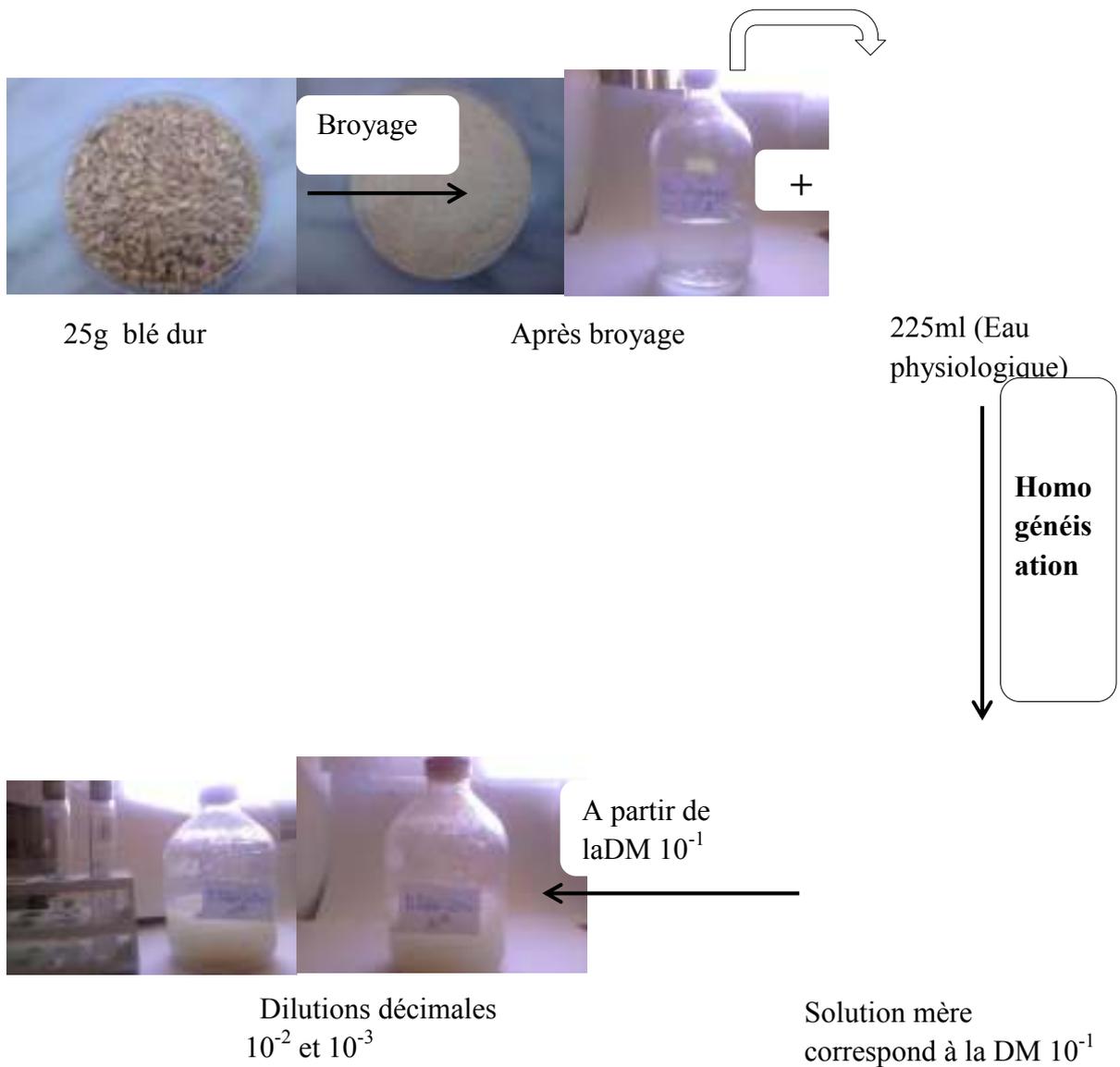
Milieu AGAR viande foie :

- Base viande foie.....20g
- Glucose.....0,75g
- Amidon.....0,75g
- Sodium sulfite.....1,2g
- Citrate de fer ammoniacal.....0,5g
- Carbonate de sodium.....0,67g
- Agar-agar.....11g
- Eau distillée.....1000 ml

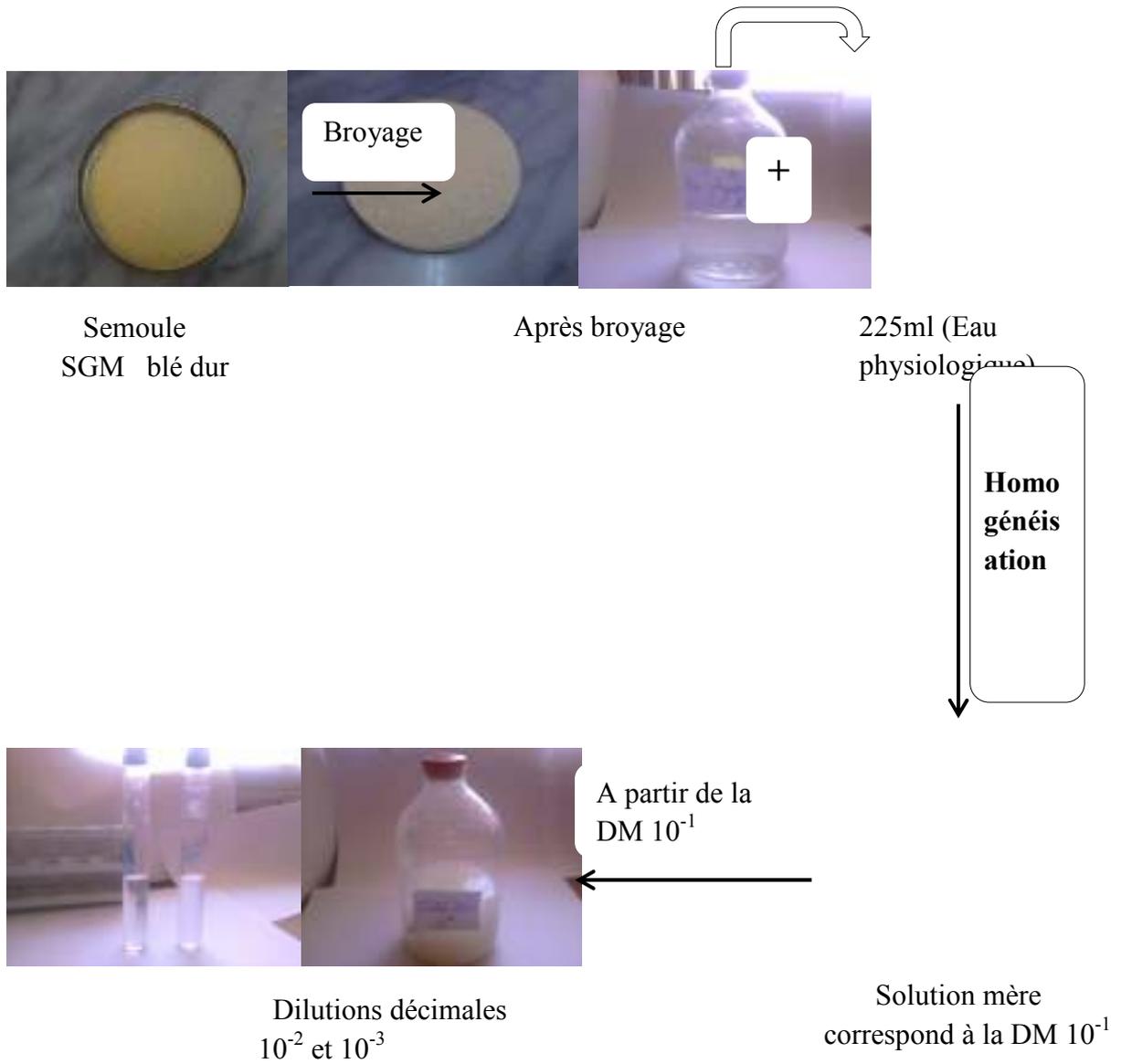
Annexe 4

Préparation des solutions mères et leurs dilutions décimales

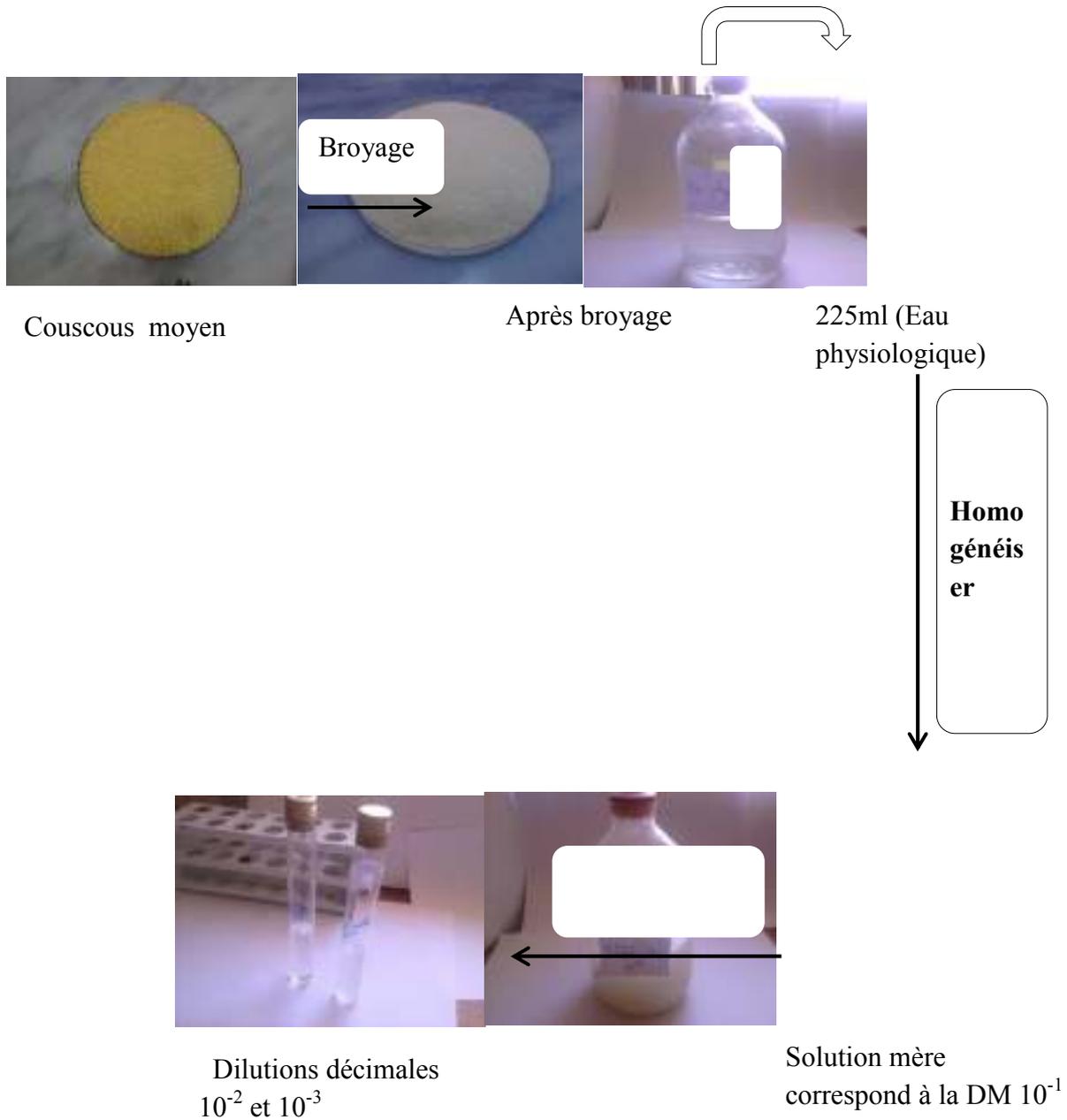
Cas des produits solides (Blé dur)



Cas des produits solides (Semoule SGM)



Cas des produits solides (Couscous moyen)



Cas des produits liquides (Eau de procès)



25ml (Eau de procès)

225ml (Eau physiologique)
Correspond à la DM 10^{-1}

Solution mère
correspond à la DM 10^{-1}

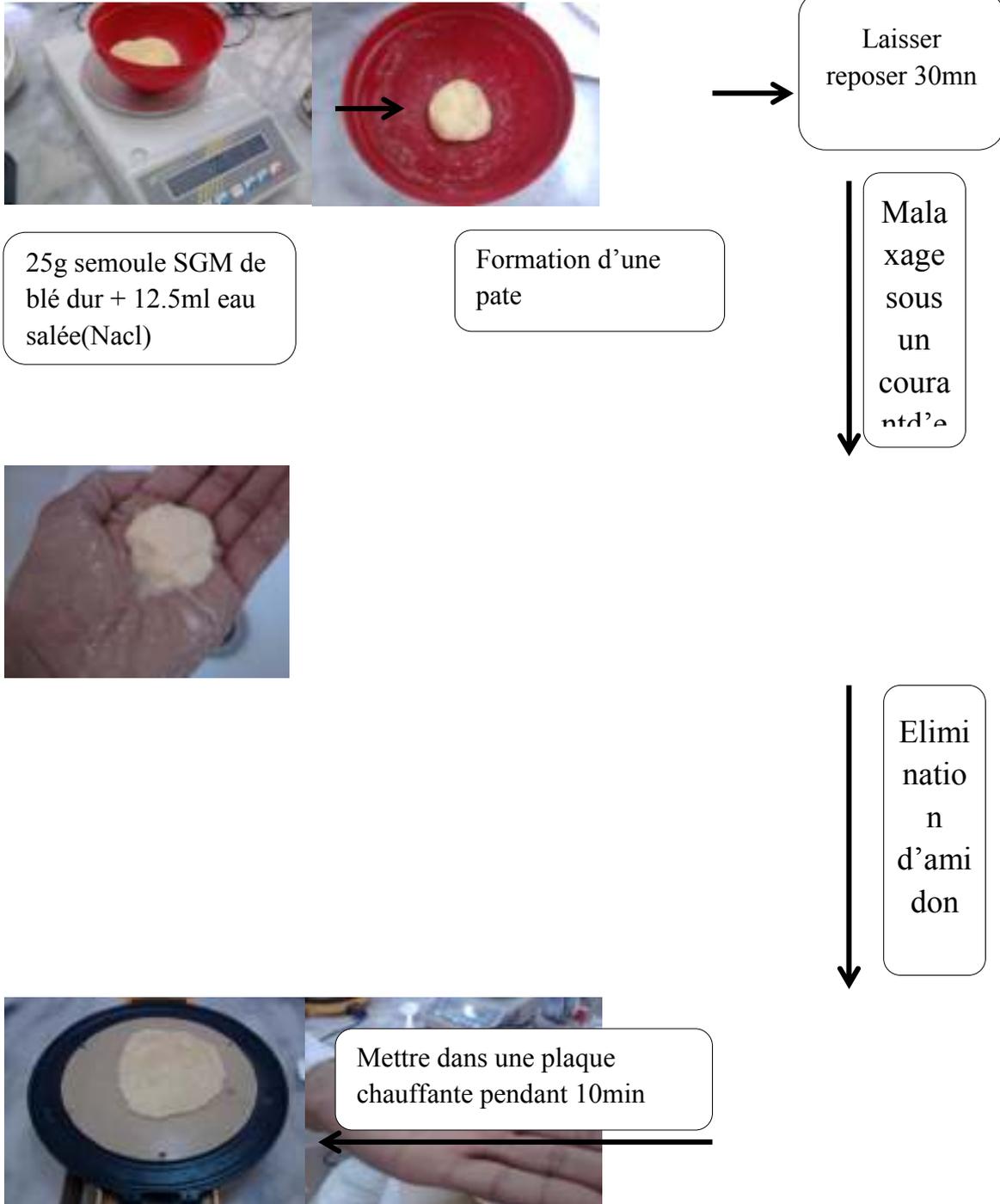
↓
**A
part
ir de
la
DM
 10^{-1}**



Dilutions décimales
 10^{-2} et 10^{-3}

Annexe 5

Différentes étapes d'extraction du Gluten



Annexe 6

Table de MAC-GRADY

Nombre caractéristique	Nombre de Micro-organismes
000	0,0
001	0,3
010	0,3
011	0,6
020	0,6
100	0,4
101	0,7
102	1,1
110	0,7
111	1,1
120	1,1
121	1,5
130	1,6
200	0,9
201	1,4
202	2,0
210	1,5
211	2,0
212	3,0
220	2,0
221	3,0
222	3,5
223	4,0
230	3,0
231	3,5
232	4,0
300	2,5
301	4,0
302	6,5
310	4,5
311	7,5
312	11,5
313	16,0
320	9,5
321	15,0
322	20,0
323	30,0
330	25,0
331	45,0
332	110,0
333	140,0

Annexe 7

La quantité en gramme qui correspond au taux d'humidité.

INSTRUCTION MANUAL FALLING NUMBER 1000

II. CORRECTION OF SAMPLE WEIGHT TO 15% MOISTURE BASIS

NOTE: ICC Standard No. 107/1, 1995 and AACC Method 56-81B, 1992 prescribe the use of 14% moisture correction.

The following table shows the required sample weight, at different moisture contents corresponding to 7 g at 15% moisture - no change is made in the quantity of water used. For example at 13.4 % moisture the required sample weight is 6.85 grams.

Moisture Content (%)	Weight (g)	Moisture Content (%)	Weight (g)	Moisture Content (%)	Weight (g)
9.0	6.40	12.4	6.75	15.8	7.10
9.2	6.45	12.6	6.75	16.0	7.10
9.4	6.45	12.8	6.80	16.2	7.15
9.6	6.45	13.0	6.80	16.4	7.15
9.8	6.50	13.2	6.80	16.6	7.15
10.0	6.50	13.4	6.85	16.8	7.20
10.2	6.55	13.6	6.85	17.0	7.20
10.4	6.55	13.8	6.90	17.2	7.25
10.6	6.55	14.0	6.90	17.4	7.25
10.8	6.60	14.2	6.90	17.6	7.30
11.0	6.60	14.4	6.95	17.8	7.30
11.2	6.60	14.6	6.95	18.0	7.30
11.4	6.65	14.8	7.00	18.2	7.35
11.6	6.65	15.0	7.00	18.4	7.35
11.8	6.70	15.2	7.00	18.6	7.40
12.0	6.70	15.4	7.05	18.8	7.40
12.2	6.70	15.6	7.05		

NOTE: This refers to the moisture content of the sample after grinding, not the moisture content of the whole wheat. The moisture loss during grinding varies with the moisture content and is typically 5 - 10% over the 10 - 20% moisture range. The actual moisture basis used may vary according to national standards.

PERTEN INSTRUMENTO

16

ملخص

يهدف هذا العمل إلى مراقبة الجودة لكسكس صناعي « MOULA PATES » ناتج من سميد القمح الصلب من الصنف SGM.

في إطار هذا السياق قمنا بإجراء دراسة فيزيوكيميائية وميكروبيولوجية على المواد الخام والمنتج النهائي (كسكس متوسط). الكسكس المدروس يتميز برطوبة مقبولة (11.63%)، نسبة الرماد (0.77%)، حموضة دهنية (MS) $0.0315H g_2SO_4/100g$ وذلك يدل على جودة الحفظ والتخزين، نسبة معتبرة من البروتينات (13.60%) تتميز حبيبات الكسكس بانتفاخ جيد عند الاماهة حيث تصل 255% في الماء البارد و264% في الماء الساخن إضافة إلى أنه لا يلتصق ببعضه لأن معامل الالتصاق ضعيف، مما يسمح بالقول أنه ذو جودة عالية على المستوى التكنولوجي والطبخي. في ما يخص التحاليل الميكروبيولوجية تشير النتائج إلى غياب تام للمعونات والابواغ (R.S.C).

الكلمات المفتاحية: قمح صلب، سميد SGM، كسكس متوسط، مراقبة فيزيوكيميائية، ميكروبيولوجية.