

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Faculté des sciences agrovétérinaires
Université SAAD DAHLAB de -BLIDA-

Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme
De Master Académique en Sciences de la Nature et de la Vie
Filière : Sciences Alimentaires
Spécialité : Nutrition et Contrôle des Aliments

Thème :

L'incorporation du son de seigle dans un yaourt nature et son effet sur les troubles fonctionnels intestinaux chez l'Homme .

Date de soutenance : 30/09/2012

-Présenté par :

M^{elle} BELKADI Zineb

Devant le Jury composé de:

M^f RAMDANE S.	Maître assistant A	USDB	Président de jury
M^{me} Kouidri A	Maître assistante A	USDB	Promotrice
M^f BOUSBIA N	Maître de conférences B	USDB	Examineur
M^f HADJ-SADOK T.	Maître de conférences B	USDB	Examineur

ANNEE UNIVERSITAIRE: **2011-20**

Dédicace

Je dédie ce travail:

A mes très chers parents la lumière de ma vie, pour leur tendresse, leurs encouragements et leurs sacrifices, pour l'espoir qu'ils ont semé en moi, qu'ils trouvent ici l'expression de ma reconnaissance

A mes belles personnes dans ma vie :

A ma chère sœur unique (Romaïssa) ;

A mes frères (Hamza; Bilel ;Said)

A toute ma famille (mes oncles et tantes) ;

Aux personnes que j'aime et qui m'aiment

A mes chères amis Louiza et Fella

A mon binômes Amina

A mes amies (Meriem,Imene ,Dalila,Mina ,Selma ,Wahiba,...)

A tous mes camarades et amis de l'université.

Zineb

Remerciements

Tout d'abord nous remercions الله عزوجل pour nous avoir guidées, pour nous avoir donné le courage et la volonté afin de pouvoir réaliser ce travail.

Ce travail a été réalisé principalement dans la laiterie Trèfle.

Nombreux sont ceux qui nous ont aidé d'une façon ou d'une autre à l'aboutissement de ce mémoire.

Nos plus vifs remerciements iront à notre promotrice Mme Kouidri maître assistante A à l'université de Blida, d'avoir accepté de nous encadrer, pour nous avoir guidé, encouragé et pour ses précieux conseils et ses critiques qui nous ont aidés tout au long de ce travail.

Nous tiens à remercier M^r RAMDANE ; maître assistant A à l'université de Blida, pour nous avoir acceptés de nous encadrer, pour nous avoir fait l'honneur de présider ce jury.

A M^r BOUSBIA N maître assistant A et M^r Hadj Sadouk maître de conférences B à l'université de Blida nous exprimons notre sincère reconnaissance pour l'honneur qu'ils nous font de juger ce travail et de faire partie du jury de ce mémoire. Qu'ils soient assurés de mon entière reconnaissance.

Nous exprimons nos profonds respects et chaleureux remerciements à tout le personnel de l'unité trèfle et plus particulièrement à M^r Briki Wahid pour la grande aide qu'il nous a porté, pour son grande générosité, son gentillesse ; et qui par leur aide technique a contribué au bon déroulement de nos expériences. et BARBI Karima ; Adel ; Ismail ; Aniss ; Soumia.....etc.

E t je tiens à remercier le médecin Gastro-entérologue Dr MADAOUI .M ,pour son aide et son information sans oublié l'infirmière hassiba pour ses conseils et merci à tout qui nous ont aidé .

Je tiens à exprimer ma gratitude à M^r BENCHERCHALI de m'avoir accueilli dans son laboratoire et pour le soutien et l'aide qu'il ma attribué.

Je tiens a remercier Mr DJAZOULI Z. E. pour sa précieuse contribution à la réalisation de la partie statistique.

Je tient à remercier aussi toutes les personnes ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail.

Résumé :

Cette étude a contribué à introduire la fraction 'son' de seigle dans le yaourt avec un taux d'incorporation de 5 %, en vue de l'obtention d'un produit diététique riche en fibre céréalières.

Pour cela, une série de contrôle physico-chimique et microbiologique a porté sur le son et le yaourt. Une évaluation sensorielle du yaourt diététique a été également réalisée.

ainsi un suivi de la stabilité du yaourt a été établis au cours de sa conservation à deux températures (6°C,12°C) afin de déterminer la date limite de consommation.

Les résultats des analyses microbiologiques indiquent une absence totale des germes pathogènes, germes de contamination fécales ainsi les germes responsables d'altérations. avec une bonne acceptabilité du yaourt par les dégustateur .

Un essai clinique a été effectuer, sur des patients colopathes , pendant deux périodes . La première consiste a attribué un régime de yaourt associé au son de seigle et pour la deuxième période ; on a prescrit un régime à base de son de seigle .dans le but de voir l'efficacité de son de seigle seul ou associé avec un yaourt.

Mots clés : fibre alimentaire - son –seigle -yaourt –incorporation –colopathe-TFI.

Abstract

This study with contributed to introduce the 'fraction its' of rye into yoghurt with a rate of incorporation of 5%, for obtaining a dietetic product rich in fiber cereal.

For that, series of a physicochemical and microbiological control related to the sound and yoghurt. A sensory evaluation of dietetic yoghurt was also carried out.

thus a follow-up of the stability of yoghurt was established during its conservation at two temperatures (6°C, 12°C) in order to determine the deadline of consumption.

The results of the microbiological analyzes indicate an complete absence of the pathogenic germs, fecal germs of contamination thus the germs responsible for deteriorations. with a good acceptability of yoghurt by the taster.

A clinical trial was to carry out, on patients colopathes, for two periods. The first consists allotted a yoghurt mode associated with the sound of rye and for the second period; one prescribed a mode containing his rye .dans the goal to see the effectiveness of sound of rye alone or associated with a yoghurt.

Key words : food fiber - its - rye - yoghurt - incorporation - colopathe-TFI.

يستجد هذا البحث في إطار تـمـيـن نخالة القمح و ذلك باضافتها في الياغورت بنسبة 5% ، من أجل الحصول على منتجات غنية بالألياف الغذائية من الحبوب

في هذه الدراسة تم انجاز نهج متكامل يظم التحاليل الميكروبيولوجية, الفيزيوكيميائية, والذوقية لدراسة استقرار الياغورت عن درجات حرارة مختلفة (6 درجات مئوية ، طريق تغيير درجة حرارة التخزين. لقد تم متابعة استقرار الياغورت أثناء التخزين عند 12 درجة مئوية) لتحديد تاريخ الاستهلاك.

من المرضى. لمدة شهر، ونحن نتابع أهم أعراض اضطرابات الأمعاء colopathes وأجريت التجارب على

الاهتمام الرئيسي لهذه الدراسة هو أن استخدام وسائل طبيعية بسيطة وغير مكلفة يمكن أن تكون مفيدة للصحة مقارنة مع استخدام الادوية .

الإمساك، انتفاخ البطن،آلام في البطن، عدد من البراز، ومظهر البراز. الكلمات الجوهرية نخالة القمح، الياغورت

TABLE DES MATIERES

- Résumé
- Liste des abréviations
- Liste des tableaux
- Liste des figures
- Introduction..... 1

Étude bibliographique

Chapitre I : Généralités sur le yaourt

I.1.Définition du yaourt.....	2
I.2. Classification.....	2
I. 3.Valeur nutritionnelle des yaourts.....	3
I.4.Intérêt nutritionnel	4
I.5. Les bactéries lactiques spécifiques au yaourt	5
I.6. Technologie de fabrication du yaourt	7
I.7. Défauts de fabrication	12
I.8. Stabilité du yaourt	14
I.9. Conservation du yaourt	14
I.10. Contamination du yaourt	15

Chapitre II : Généralité sur le seigle

II.1.Définition.....	16
II.2.Utilisation.....	16
II.3.Morphologie et structure du grain de seigle.....	17
II.4.Composition biochimique.....	17

Chapitre III : Les fibres alimentaires et les troubles fonctionnels intestinaux (Constipation):

III.1.Les fibres alimentaires

III.1.1.Définition	21
--------------------------	----

III.1.2.Composition chimique.....	21
III.1.3.Les propriétés physico-chimiques des fibres alimentaires.....	23
III.1.4.Place des fibres alimentaires dans l'alimentation humaine.....	25
III.1.5 Teneurs en fibres alimentaires des céréales et produits dérivés.....	26

III.2 Troubles fonctionnels intestinaux (TFI) :

III.2.1 Constipation fonctionnelle.....	27
III.2.3 Rôle des fibres alimentaires sur la constipation.....	27

Étude expérimentale

Chapitre IV : Matériel et méthodes

Partie (1) : Matériel technologiques

Matériel d'étude:

❖ Lieu de sage

IV.1.Le son du seigle	29
IV.1.1.Le choix de la variété.....	29
IV.1.2.Obtention du son de seigle	30
IV.1.2.1 Agréage.....	30
IV.1.2.2.Nettoyage	30
IV.1.2.3 Conditionnement.....	30
IV.1.2.4 Mouture expérimentale	31
IV.1.3 Méthodes d'analyses.....	31
IV.1.3.1 Méthodes physico-chimiques.....	31
IV.1.3.1.1. Dosage de l'humidité.....	31
IV.1.3.1.2 Détermination de la teneur en cendres.....	32
IV.1.3.1.3 Détermination de l'acidité grasse.....	33
IV.1.3.1.4 Détermination de la teneur en matière grasse	34
IV.1.3.1.5 Détermination de la teneur en protéines.....	34
IV.1.3.1. 6 Détermination de la teneur de la cellulose brute	35

IV.1.3.1. 7 Fractionnement et dosage des polyosides pariétaux	35
IV.1.3.1. 8 Détermination de l'absorption et de la rétention d'eau	37
IV.1.3.1. 9 Pasteurisation du son de seigle	38
IV.1.3.2 Les analyses microbiologiques.....	38
IV.1.3.2 .1 Recherche de la flore totale.....	39
IV.1.3.2.2 Recherche de clostridium sulfito-réducteurs.....	40
IV.1.3.2.3. Recherche des coliformes.....	42
IV.1.3.2.4 Recherche de la flore fongique.....	44

IV.2. Le produit fini

IV.2.1 Le choix du yaourt.....	44
IV.2.2 Le taux d'incorporation du son de seigle dans le yaourt.....	44
IV.2.3 Méthodes d'analyses	45
IV.2.3 .1 Analyses physicochimiques	45
IV.2.3.1.1 Matière première.....	45
IV.2.3.1.2 Les ingrédients.....	51
IV.2.3.1.3 Le produit fini.....	51
IV.2.3 .2 Analyses Microbiologiques.....	52
IV.2.3.2.1 Matière première.....	54
IV.2.3.2.2 L'ingrédient.....	62
IV.2.3.2.3 Le produit fini.....	
IV.2.3 .3 Analyses organoleptiques	

Partie (2) : Matériel clinique :

IV.1. Sélection de l'échantillon.....	63
IV.2. diagnostic des patients.....	64
IV.3. Le but de L'étude	64
IV.4 Posologie.....	65
IV.5. Contrôle des patients	65
IV.6 .Statistique.	67

Chapitre V : Résultats et discussion

Partie(1) : Comportement technologique

V-1 Résultats d'analyses du son de seigle

V-1-1 Bilan de la première transformation du seigle.....	68
V-1-2 Caractéristiques physico-chimiques du son de seigle.....	69
V-1-2-1 Teneur en eau.....	69
V-1-2-2 Teneur en cendres	69
V-1-2-3 Acidité grasse	70
V-1-2-4 Teneur en matières grasses.....	70
V-1-2-5 Teneur en protéines du son	80
V-1-2-6 Teneur en cellulose brute	80
V-1-2-7-Fractionnement et dosage des polysides pariétaux.....	81
V-1-2-8 Capacité d'absorption et de rétention d'eau du son	72
V-1-3 Résultats d'analyse microbiologique du son de seigle	73

V-2 Résultats d'analyses du yaourt

V-2-1 Analyses physicochimiques	
V-2-1-1 Matières premières	74
V-2-1-2 L'ingrédient.....	76.
V-2-1-3 Le Produit fini.....	76
V-2-2 Analyses microbiologiques	
V-2-2-1 Matière première.....	78
V-2-2-2 L' ingrédient.....	80
V-2-2-3 Le Produit fini.....	80.
V-2-3 Analyses organoleptiques.....	84

Partie (2) : Comportement clinique

V.1.Répartition des différents symptômes des troubles fonctionnels intestinaux(TFI).....	87
V.2 .Résultats statistiques	88
V.2.1.Évolution de constipation en fonction des différents facteurs.....	88.
V.2.2.Évolution de douleur en fonction des différents facteurs.....	89

V.2.3.Évolution de ballonnement en fonction des différents facteurs.....	91
V.2.4.Évolution d'émission des gaz en fonction des différents facteurs.....	93
V.2.5.Évolution d'aspect des selles en fonction des différents facteurs.....	95
• Conclusion	
• Références bibliographiques	
• Annexes	

Liste des abréviations

- **A** : Acidité Titrable.
- °C : degré Celsius
- °F : degré français
- **µm** : micromètre.
- **Abs** : Absence.
- **Ac** : Acide.
- **AFNOR** : Association Française de Normalisation
- **C** : Cendre.
- **DLC** : date limite de consommation
- **EPEI** : Eau Peptonnée Exempt d'Indole.
- **EST** : Extrait sec total.
- **FAO**: Food and agriculture Organization.
- **G.L.M** : modèle linéaire global.
- **ISO** : Organisation internationale de la normalisation.
- **M** : Masse.
- **MF** : Matière fraîche.
- **MG** : Matière Grasse.
- **ml** : millilitre.
- **MO** : Matière Organique.

- **MS** : Matière sèche.
- **n°** : numéro
- **NA** : norme algérienne.
- **NF** : Norme Française.
- **NPP** : Nombre le Plus Probable.
- **OGA** : Glucose à l'Oxytétracycline.
- **pH** : potentiel d'Hydrogène.
- **SFB** : bouillon du sélénite de sodium et de caséine.
- **TSE** : Tryptone – Sel – Eau.
- **UFC** : Unité Formant Colonie.
- **V** : Volume.
- **VBL** : lactose au vert brillant.
- **VF** : Viande Foie.

Liste des figures

Figure n° 1 : <i>Streptococcus thermophilus</i>	5
Figure n° 2 : <i>Lactobacillus bulgaricus</i> en bâtonnets	6
Figure n° 3 : Schéma représentant les facteurs stimulants la coopération interespèces.....	6
Figure n° 4 : Le diagramme générale de fabrication des yaourts des lait fermentés	11
Figure n°5 : Les principaux composants du complexe << fibre alimentaire de la paroi végétal...	21
Figure n° 6 : : Representation de la structure chimique des arabinoxylanes.....	23
Figure n° 7 : Structure chimique d'une chaîne de cellulose	23
Figure n° 8 : Photographie originale du Grain de seigle.....	29
Figure n° 9 : photographie originale du moulin traditionnelle.....	30
Figure n°10: Méthode de recherche des clostridiiums sulfito-réducteurs dans les échantillons.....	42
Figure n° 11 : Méthode de recherche des coliformes fécaux dans les échantillons du son.....	44
Figure n°12 : Photographie originale du yaourt associé au son de sigle a un taux de 1%.....	46
Figure n°13: Photographie originale du yaourt associé au son de sigle a un taux de 3%.....	46
Figure n°14 : : Photographie originale du yaourt associé au son de sigle a un taux de 5%.....	46
Figure n°15: Photographie originale du yaourt associé au son de sigle a un taux de 9%.....	47
Figure n°16: Une fiche de dégustation.....	65 Annexes II
Figure n°17 : Photographie originale de son de seigle.....	68
Figure n°18 : Teneur en composés pariétaux.....	73
Figure n°19 : Résultats physicochimiques obtenus avant et après traitement thermique du son de seigle.....	74
Figure n°20: Variation du L'acidité des deux yaourts au cours du stockage	79
Figure n° 21 : Variation du pH des deux yaourts au cours du stockage.....	79
Figure n°22: Résultats de l'évaluation de la couleur par le jury de dégustation.....	85
Figure n°23 : Résultats de l'évaluation de l'odeur par le jury de degustation.....	86
Figure n°24: Résultats de l'évaluation de l'aspect par le jury de dégustation.....	86

Figure n°25 : Résultats de l'évaluation de la viscosité par le jury de dégustation.....	87
Figure n°26 :Résultats de l'évaluation du goût par le jury de dégustation.....	87
Figure n° 27 : Évolution de constipation en fonction des différents facteurs	89
Figure n°28 : Évolution de douleur en fonction des différents facteurs.....	90
Figure n° 29 : Évolution de ballonnement en fonction des différents facteurs.....	93
Figure n°30 Évolution d'émission des gaz en fonction des différents facteurs.....	95

Liste des tableaux

Tableau I : Composition de différents types de yaourt	4
Tableau II : Les principaux défauts rencontrés dans le yaourt.....	13
Tableau III: Composition biochimique des grains de céréales	17
Tableau IV: Distribution des polyosides non amidonneux dans différentes graines de céréales	19
Tableau V : Teneur en fibres alimentaires des aliments (pour 100g d'aliment).	26
Tableau VI : Les germes recherchés dans la poudre de lait, le sucre, le produit fini et l'eau de process.....	54
Tableau VII : Représentation des caractéristiques de l'échantillon.....	65
Tableau VIII : Bilan de la mouture de seigle	69
Tableau- IX- : Les résultats d'analyses physico-chimiques de son de seigle avant pasteurisation.....	70
Tableau X: Résultat des analyses microbiologiques.....	74
Tableau XI : Résultats des analyses physicochimiques de l'eau de process.....	75
Tableau XII : Résultats des analyses physicochimiques de la poudre de lait.....	76
Tableau XIII : Résultats des analyses physicochimiques de sucre.....	77
Tableau XIV: Résultats d'analyse microbiologique de l'eau de process.....	79
Tableau XV: Résultats d'analyses microbiologiques de la poudre de lait.....	80.
Tableau XVI : Résultats d'analyse microbiologique de sucre.....	81
Tableau XVII : Résultats des analyses microbiologiques du yaourt au moment de sa production.....	82
Tableau XVIII : Résultats des analyses microbiologiques du yaourt après sa conservation..	83
Tableau IXX: Résultats des analyses microbiologiques du yaourt après sa conservation à T ₂ =12°C	84
Tableau XX : Résultats d'évaluation organoleptique de yaourt associé du son de seigle.....	85
Tableau XXI : Résultats d'évaluation de constipation au cours de consommation du yaourt	88

Annexes II

Tableau XXII : Résultats d'évaluation des douleurs au cours de consommation du yaourt	
--	--

.....	88
Annexes II	
Tableau XXIII : Résultats d'évaluation de ballonnement au cours de consommation du yaourt.....	88
Annexes3	
Tableau XXIV: : Résultats d'évaluation d'émission des gaz au cours du consommation du yaourt.....	88
AnnexesII	
Tableau XXV Résultats d'évaluation d'aspect des selles au cours du consommation du yaourt.....	88 AnnexesII
Tableau XXVI: Résultats d'évaluation de constipation au cours du consommation du son de seigle seul.....	88 AnnexesII
Tableau XXVII: Résultats d'évaluation des douleur au cours du consommation de son de sigle seul.....	88 AnnexesII
Tableau XXVIII: Résultats d'évaluation de ballonnement au cours du consommation due son de seigle seul.....	88 AnnexesII
Tableau XXIX: Résultats d'évaluation d'émission des gaz au cours du consommation du son de seigle seul.....	88 AnnexesII
Tableau XXX: Résultats d'évaluation d'aspect des selles au cours du consommation du son de seigle seul.....	88 AnnexesII
Tableau XXXI : Analyse de la variance par GLM pour la constipation.....	88
Tableau XXXII : Analyse de la variance par GLM pour la constipation.....	89
Tableau XXXIII : Analyse de la variances par GLM pour les douleur.....	91.
Tableau XXXIV : Analyse de la variance par GLM pour le ballonnement.....	92
Tableau XXXV : Analyse de la variance par GLM pour l'émission des gaz.....	93

INTRODUCTION

Il est admis aujourd'hui que les composants de l'alimentation (protéines, glucides, minéraux, vitamines) sont susceptibles de jouer un rôle dans les divers aspects de la nutrition préventive. Cependant, les études de nutrition ont surtout été focalisées sur la composante énergétique sans tenir suffisamment compte de la qualité de la composante non énergétique de la ration à savoir les «fibres alimentaire».

Au début du siècle, les fibres alimentaires étaient principalement apportées par les céréales et les légumineuses qui constituent une part essentielle de l'alimentation. De nos jours, les modifications des habitudes alimentaires et le raffinage de produits agricoles ont contribué à diminuer la consommation des fibres : on estime qu'elle est passée de plus de 30g par jour à seulement 15 à 20g par jour. La nature des fibres de l'alimentation a aussi changé : la part des fruits et légumes, riches en fibres solubles (hémicelluloses et pectines) et généralement bien fermentescibles, a augmenté par rapport à celle des céréales, qui apportent des fibres moins digestibles (Rémésy *al.*, 1994).

L'hypothèse de Burkitt-Trowell concernant la déficience en fibres des rations alimentaires des pays industrialisés se confirme et la primauté du son pour régulariser le transit intestinal est incontestée. Le son est très à la mode et des quantités de plus en plus grandes sont détournées du circuit dans l'alimentation animale pour diverses préparations destinées à l'homme (biscuits, pain, biscuits). La prolifération actuelle de nouveaux produits à base de son oblige à résoudre de nombreux problèmes, (Buré ;1979).

Des études épidémiologiques indiquent que la consommation de grains serait reliée à un risque moindre de maladies cardiovasculaires et de diabète et même de certains cancers et d'obésité (Jacob *et al.*, 2004., Williams et Campos, 2005).

Depuis quelques années, les recherches en Algérie sur le rôle de la fraction «fibres» se développent et portent essentiellement sur les effets, de fibres alimentaires en pathologie humaine (Koudri *et al.*, 1998).

Les fibres doivent retrouver une place de choix dans nos assiettes. A nous de sensibiliser nos patients et de nous assurer qu'ils adoptent progressivement de nouvelles habitudes alimentaires afin de bénéficier des atouts naturels des fibres sans crainte des inconvénients (Pascale, 2010). L'enrichissement de l'alimentation en fibres serait nécessaire dans un souci de prévention. (Lairon, 1990), Pour cela on a essayé d'introduire les fibres céréalières dans un produit laitier « yaourt ».

Le yaourt est l'un des produits laitiers les plus consommés au monde, il a connu un développement spectaculaire durant ces dernières années. D'après une étude faite par Danone Djurdjura, la consommation annuelle de l'algérien moyen en yaourt oscille entre 5 et 6 Kg/an, à comparer avec les 10 Kg/an au Maroc et en Tunisie (FAO, 1995).

Les laits fermentés ont représenté pendant des millénaires et pour de nombreuses populations. Aujourd'hui, la consommation de ce type de produits en Algérie; plus particulièrement celle

du yaourt; dépasse largement les 67% selon l'ONS. Ceci est dû sans doute à une prise de conscience des bienfaits nutritionnelles que peut apporter ce produit.

Notre travail a été donc entrepris afin de valoriser un sous-produit de mouture, à savoir : le son de seigle en alimentation humaine. Une pratique qui ne semble pas être réellement appliquée ici en Algérie. Cependant, à l'heure actuelle, la majorité des minoteries ne récupèrent pas les sons de seigle. Elle les oriente au contraire, vers l'alimentation du bétail, ce qui constitue une certaine perte pour le producteur et le consommateur.

Ce travail se veut une approche sur l'effet de l'incorporation du son de seigle dans le yaourt sur la qualité technologique, physico-chimique, et hygiénique dans un yaourt diététique.

Le travail présenté dans ce mémoire a été structuré comme suit ;

- Une synthèse bibliographique dans laquelle des généralités sur le yaourt, le seigle et sur les fibres alimentaires
 - Une partie expérimentale consacrée à l'étape de formulation de yaourt associé au son de seigle.
 - Analyses physico-chimiques et microbiologiques ont été mises en évidence sur (le son de seigle, la matière première du yaourt et produit fini yaourt associé au son de seigle)
 - Analyse sensorielle a été réalisée.
 - Suivi de la stabilité du yaourt pour estimer la date limite de consommation.
 - Fabrication du yaourt.
- Effets des traitements : (le son de seigle associé au yaourt et au son seigle seul) sur les troubles fonctionnels intestinaux.
- Une conclusion générale clôture cette étude, elle exposera les différents résultats qui se sont dégagés.

I.1. Définition du yaourt :

La législation Française précise, «La dénomination, yaourt ou yoghourt est réservée au lait fermenté obtenu selon l'usage loyaux et constants, par le développement des seules bactéries lactiques, *Lactobacillus bulgaricus* et *Streptococcus thermophilus* (Mahaut et al ,2000). Ces bactéries doivent se retrouver vivantes à la concentration de 10^7 g de produit (frédot ,2005). La quantité d'acide lactique libre ne doit pas être inférieure à 0,8 g /100g lors de la vente au consommateur (François et al ,1985). L'ajout d'additifs (agent de texture, etc..) dans les yaourts est autorisé par la réglementation de la majorité des pays européens, mais pas en France. Dans ce cas, les produits sont appelés "produits laitiers frais fermentés". (Janniaux et al ,2000), les additifs autorisés (arômes et colorants) sont précisés par la FAO (1990).(Béal et Sodini ,2003).

I .2.Classification :

Il existe en fait plusieurs types de classification

I.2.1.Selon la teneur en matières grasses :

- Les yaourts maigres: inférieurs à 1% de matières grasses ;
- Les yaourts ordinaires natures: 1% minimum de matières grasses ;
- Les yaourts au lait entier : 3,5 % de matières grasses.

I.2.2.Selon leur goût:

- Les yaourts natures: ils ne subissent aucune addition ;
- Les yaourts sucrés: ils sont additionnés de sucre ;
- Les yaourts "aux fruits", "au miel", "à la confiture": ils subissent une addition inférieure à 30% de ces différents produits ;
- Les yaourts "aromatisés": ils contiennent des arômes naturels renforcés par un produit de synthèse.

I.2.3.Selon leur texture:

- Les yaourts "fermes": Ce sont les yaourts coagulés en pots; de texture compacte, ferme.
- Les yaourts "brassés": Ce sont les yaourts coagulés en cuve et brassés avant la mise en pot;
- Les yaourts "à boire": ce sont des yaourts coagulés en cuve, brassés et battus avant la mise en pot, leur texture est liquide (frédot ,2005).

I.3.Valeur nutritionnelles des yaourts :

Un pot de yaourt possède la même valeur nutritive qu'un verre de lait :

- Protéine : 4 à 5 g /100g.
- Glucides : 5 à 20 g /100g, selon qu'il est nature ou sucré
- Lipides à un taux variable.

Au cours de la fermentation ; la composition du lait subit un certain nombre de modification, certains de ces modification en font un produit de meilleure valeur nutritionnelle que le lait (Mahaut et *all.*, 2000).

- **Les protéines :**

Elles sont en quantité supérieur a celle du lait grâce a l'adjonction de poudre de lait sec et de protéine de lait .

- **Les glucides :**

Lors de la fermentation du lait en yaourt, 25% du lactose seulement et transformé en acide lactique par les bactéries .

- **Les lipides :**

La valeur énergétique est variable en fonction des glucides mais aussi des lipides (c'est -a - dire en fonction de type de lait utilisé :entier ,1/2 écrémé ou écrémé) (Frédot , 2005).

- **Teneur en vitamines et sels minéraux :**

Le calcium contenu dans le yaourt présente une meilleure biodisponibilité que celui de lait, le calcium est mieux absorbé dans le yaourt que le lait (Tamine et Robenson, 2001).

La composition vitaminique du lait est modifiée pendant la fermentation, en particulier les

Concentrations en vitamines du groupe B. Il faut cependant souligner qu'il existe une forte variabilité inter-souches (Béal et Sodini , 2003).

Tableau I : Composition de différents types de yaourt .(Jeantet, 2002).

	Teneur moyenne pour 100 grammes de produit							Valeur énergétique
	Protéines (g)	Lipides (g)	Glucides (g)	Calcium (mg)	Sodium (mg)	Potassium (mg)	Phosphore (mg)	KJ
Yaourt nature	4,15	1,2	5,2	174	57	210	114	201
Yaourt au lait entier	3,8	3,5	5,3	171	56	206	112	284
Yaourt nature 0%	4,2	Traces	5,4	164	55	180	100	163
Yaourt nature sucré	3,8	1,1	14,5	160	52	195	105	347
Yaourt aromatisé au lait entier	3,2	3,2	12	140	50	190	106	372
Yaourt brassé nature	4,3	1,8	5,2	165	40	205	115	230
Yaourt brassé aux fruits	3,75	1,65	14,5	140	50	190	110	368
Yaourt au lait entier aux fruits	3,1	2,7	16,5	140	45	180	100	431
Yaourt maigre aux fruits	3,6	Traces	17,2	140	45	180	100	351

I.4. Intérêt nutritionnels :

■ Amélioration de la digestibilité du lactose

La présence de bactéries lactiques vivantes permet une meilleure assimilation du lactose chez les sujets déficients en lactase.

La lactase bactérienne est en effet toujours active lors du passage des bactéries dans le tractus intestinal. Elle hydrolyse le lactose résiduel contenu dans le yaourt (30 g/L). Il a été établi que les bactéries doivent être vivantes dans le yaourt au moment de sa consommation pour que cette fonctionnalité soit active.

■ Amélioration de la digestibilité des protéines

L'assimilation des protéines du lait est meilleure s'il est consommé sous forme de yaourt ou de lait fermenté. En effet, du fait de l'activité protéolytique des bactéries lactiques, les produits fermentés contiennent plus d'acides aminés libres que le lait avant la fermentation. De plus, les protéines contenues dans ces produits sont plus digestes que celles du lait. Leur structure, plus ouverte après le traitement thermique et la coagulation, facilite l'action des enzymes protéolytiques pendant le transit intestinal (Béal et Sodini ,2003).

■Amélioration de la digestibilité de la matière grasse

La teneur en acide gras libres dans le yaourt est supérieure à celle du lait, ce qui donne une meilleure digestibilité des matières grasses (Loones, 1994).

■Teneur en sels minéraux

Le yaourt est riche en calcium, l'acidité et le lactose qui l'accompagne améliorent l'absorption du calcium et les oligoéléments (phosphore et magnésium).

Le calcium assimilé assure une très bonne déminéralisation osseuse (Barthelemy et Rathe, 1993)

■Action sur les vitamines

Certaines vitamines sont consommées par les bactéries lactiques (vitamine B12), d'autres sont produites (acide folique) (Loones, 1994).

I.5. Les bactéries lactiques spécifiques au yaourt :

a-streptococcus thermophilus :

-Morphologie : se présente sous forme spécifique ou ovoïde, isolées en paires diplocoques ou groupées en chaînes (Larpen et al, 1989).

-Habitat : elles sont saprophytes, retrouvées aussi bien dans l'eau que dans l'air et le sol. Voir (figure n°1).

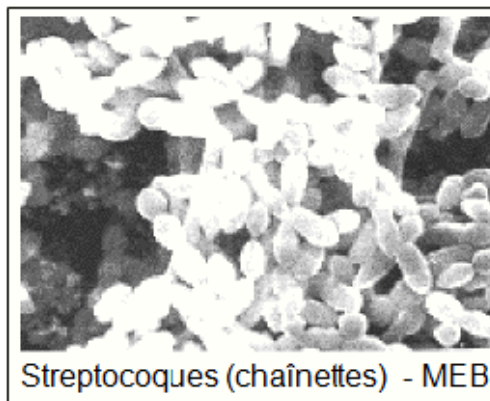


Figure n°1: *Streptococcus thermophilus* en chaînettes (Larpen, 1986).

b-Lactobacillus bulgaricus :

-Morphologie : se présente sous forme de courts bâtonnets (Larpen et al, 1989).

-Habitat : très répandus dans la nature, sont des hôtes habituels de cavités naturelles de l'homme, leur pouvoir pathogène est nul (Botazzi et al, 1988). Voir (Figure n°2).

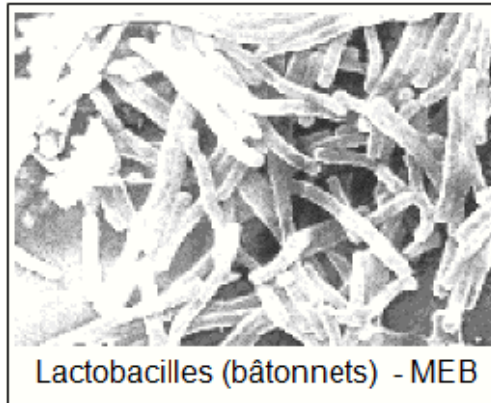


Figure n°2: *Lactobacillus bulgaricus* en bâtonnets (Larpen, 1989).

I.5.1 Les interactions métaboliques entre les deux espèces microbiennes :

Les deux espèces microbiennes vivent en symbiose et il existe une synergie entre elles qui porte sur une stimulation mutuelle concernant principalement la croissance, l'acidification et la production de composés aromatiques (Driessen, 1981).

Elles vivent en symbiose : les *Lactobacillus bulgaricus* libère ainsi des acides aminés à partir de la caséine qui seront alors utilisés par les *Streptococcus thermophilus* qui libérera à son tour des acides aminés nécessaires à la croissance des *Lactobacillus bulgaricus* (Frédot, 2005). Voir (Figure n°3).

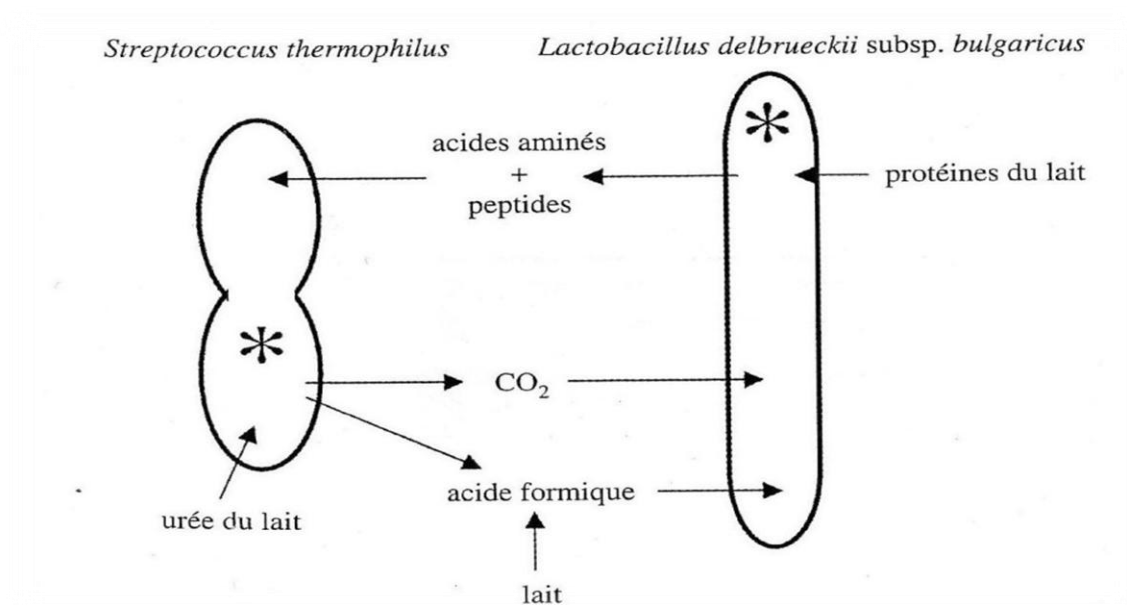


Figure n°3. Schéma représentant les facteurs stimulants la coopération interspèces (Loones ;1994).

I.6. Technologie de fabrication du yaourt :

I.6.1. Choix du lait:

La principale matière première pour la fabrication des yaourts est le lait dont, pour l'essentiel, le lait de vache. Il peut être soit du lait frais, soit du lait reconstitué (à partir de lait en poudre maigre et de matière grasse laitière anhydre), soit du lait reconstitué (à partir de lait en poudre) (Luquet et al 2005). Le lait ne doit pas non plus contenir de résidus de substances tels que les antibiotiques, sulfamides, mycotoxines, métaux lourds, radioéléments artificiels à des taux qui dépassent le niveau de tolérance admis (Frédot, 2005).

I.7.2. Étapes de fabrication du yaourt :

Les procédés de fabrication des yaourts se caractérisent par trois grandes étapes : la préparation du lait, la fermentation et les traitements post-fermentaires du produit. (Béal et Sodini, 2005).

a) Préparation du lait :

-Réception et stockage

Le lait frais, collecté au plus tard 72 h après la traite, arrive en camions-citernes réfrigérés à l'unité de production. Il est contrôlé lors de la réception, pompé et filtré pour éliminer les résidus solides, puis stocké à froid ($< 5^{\circ}\text{C}$) dans des tanks stériles. Une légère thermisation à $60-65^{\circ}\text{C}$, au moyen d'un échangeur à plaques, peut être pratiquée si le lait est stocké plus d'une journée à l'usine.

-Standardisation :

En fabrication de yaourt, le lait doit être standardisé en matières grasses, enrichi en protéines, et éventuellement, sucré, pour répondre aux spécifications nutritionnelles. (Béal et Sodini, 2003).

-Standardisation en matières grasses :

le lait est tout d'abord écrémé, puis mélangé avec la crème dans les proportions souhaitées. (Béal et Sodini, 2003).

Les yaourts peuvent avoir un contenu en gras se situant entre 0,1 et 10%. Toute fois on trouve sur le marché des yaourts ayant un contenu entre 0,1 et 3,5 % de matière grasse (Carole et al).

Enrichissement en protéines :

Le lait standardisé en matières grasses doit être enrichi en protéines laitières pour former un yaourt consistant et exempt de synérèse. (Béal et Sodini, 2003).

Les protéines ont un rôle déterminant sur la texture (Romain et al ,2008.).L'addition de protéines peut se faire de façon plus directe par l'addition de caséinate ,lait de poudre de lactosérum de substances laitières modifiées ou de protéine hydrolysées.(Carole et al).

Addition éventuelle de sucre :

Le lait peut être additionné de sucre avant la fermentation, à hauteur de 5 à 10 %.

Le sucre est généralement constitué de saccharose, cristallisé ou sous forme liquide (sirop). (Béal et Sodini ,2003).

- Agents texturants :

L'ajout d'additifs (agent de texture, etc..) dans les yaourts est autorisé par la réglementation de la majorité des pays, mais pas en Algérie. Dans ce cas, les produits sont appelés "produits laitiers frais fermentés". (Luquet,2005).

-Homogénéisation:

Ce traitement est pratiqué dans le cas es laits gras (25.10^6 Pa à 55-60C°) soit en phase montante de la pasteurisation, soit en phase descendante mais avec des risques de recontamination dans ce cas (Mahaut et *all* ,2000).

L'homogénéation du lait à plusieurs objectifs :

elle améliore la fermentation du gels obtenus après fermentation (Romain et al, 2007).

aussi en réduisant la taille de globule gras (Romain et *all*, 2008).

Elle évite la remontée de la matière grasse pendant la coagulation ,améliore la rétention d'eau (Mahaut et *all*, 2000).

L'homogénéisation augmente la sensibilité des microorganismes lors du traitement thermique.(Carole et *all*).

d-Traitement thermique :

Le lait enrichi subit un traitement thermique à 90-95C° pendant 3 à 5 min .(Mahaut,2000) .ce traitement thermique a trois conséquences :

1) il détruit les microorganismes pathogènes (Bourgois et *all* 1996).et indésirables (bactéries ,levures, moisissures) .(Mahaut et *all* ,2000)

2) Dénature environ 80% des protéines solubles du lait (Bourgois et *all* 1996). Ce qui permet également d'accroître la rétention de l'eau et d'améliorer la texture du yaourt et sa stabilité. (Mahaut et *all* ,2000).

3) Il favorise la croissance des bactéries de levain dans le lait chauffé (Bourgois et *all* 1996).

Ce traitement thermique peut être effectué selon deux procédés: le traitement batch (de plus en plus rare) ou, le plus souvent, le traitement en continu. Le traitement batch est réalisé dans des cuves à double enveloppe, par injection de vapeur. Dans ce cas, les barèmes appliqués

sont généralement de 85 à 90°C pendant 15 à 30 min. Le système continu est plus rationnel pour les unités de fabrication industrielle. Il implique la mise en œuvre d'échangeurs à plaques ou tubulaires. Le traitement le plus courant, dans ce cas, est un chauffage à 92-95°C pendant quelques minutes (Luquet et *all*, 2005).

-Dégazage:

Le dégazage du lait est une étape importante, elle permet d'assurer une bonne croissance des bactéries lactiques et l'acidification du lait. Les systèmes utilisés pour les mélanges des poudres sont source d'incorporation d'oxygène; il est donc possible d'observer des inhibitions de croissance des bactéries lactiques à cause d'une forte concentration en oxygène dissous dans le mix laitier. Il demeure impératif d'installer un système de dégazage après le préchauffage pour retirer l'air (et donc l'oxygène dissous) du lait. Son principe est celui d'une cloche à vide où une dépression partielle (0,3 à 0,4 bars absolus) est réalisée aux environs de 80°C. Il est associé, en général, à une réincorporation des condensats afin de ne plus modifier l'extrait sec du lait de départ .(Luquet et *all*, 2005).

-Refroidissement du lait:

Après la pasteurisation, le lait est refroidi à la température d'ensemencement souhaitée, habituellement de 40 à 45°C.

c-La fermentation :

À l'issue de son prétraitement, le lait, éventuellement additionné de sucre, estensemencé. La culture se déroule de façon discontinue, ce qui se traduit par une évolution des concentrations et des caractéristiques physico-chimiques (notamment du pH) au cours du temps. L'arrêt de la fermentation est provoqué par un refroidissement rapide du produit(Béal et Sodini ,2003).

a) Traitement post-fermentaire

-Brassage

Le brassage du coagulum, qui intervient uniquement en production de yaourts brassés, est réalisé avant le refroidissement. Il est effectué soit par brassage lent, à l'aide d'hélices marines, dans la cuve de fermentation, soit, le plus souvent, par pompage du gel, en amont de l'échangeur thermique. Afin de lisser le gel et d'éviter la présence de grains dans le produit, le coagulum peut passer au travers d'un filtre ou traverser une tête de lissage. (Béal et Sodini ,2003).

-Refroidissement du coagulum

Dans la phase finale de l'incubation, lorsqu'est obtenu le pH voulu (normalement environ 4,2-4,6), le yaourt doit être refroidi à 15-22°C. Ceci bloque temporairement une ultérieure augmentation de l'acidité.

- Addition d'autres ingrédients

Addition d'autres ingrédients:

Les autres ingrédients classiquement ajoutés sont des préparations contenant des fruits, des céréales, des arômes ainsi que des colorants. Leur incorporation s'effectue soit avant la fermentation pour les yaourts fermes soit avant le conditionnement pour les yaourts brassés.

-Conditionnement et stockage:

Les yaourts sont généralement conditionnés dans deux types de matériaux d'emballage : le verre, réservé aux produits haut de gamme, ou le plastique.

Le remplissage et le dosage des pots sont effectués par des pompes volumétriques, sous air filtré. Les pots sont fermés de façon hermétique par thermo-scillage, en utilisant des opercules décontaminés par rayonnement infrarouge.

Les pots sont ensuite imprimés d'une date limite de consommation et d'un code permettant d'assurer leur traçabilité. Les lots, de 2 à 16 pots, sont confectionnés grâce à une sur-emballeuse (Béal et Sodini ,2003).

Après leur fabrication, les yaourts doivent être maintenus à une température maximale de + 6 °C pendant leur transport, stockage ainsi que lors de la mise en vente au consommateur.(Arrêté algérienne ;1999).

Le procédé de fabrication du yaourt est résumé dans le diagramme suivant :

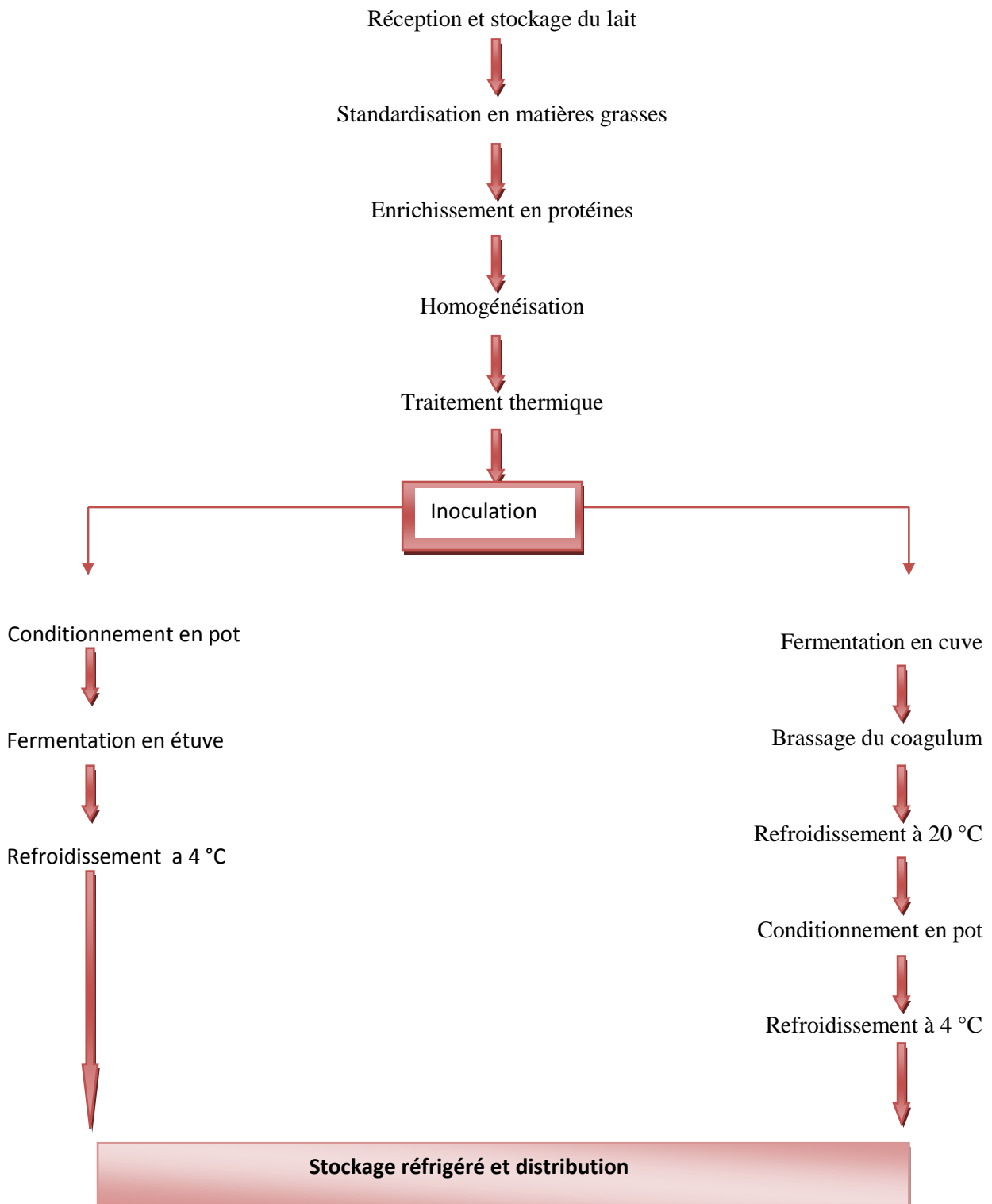


Figure n°4 : Le diagramme générale de fabrication des yaourts des lait fermentés (Béal et Sodini ,2003)

I.7.Défauts de fabrication :

Tableau II : Les principaux défauts rencontrés dans le yaourt

Défaut	Nature	Origine
Goût	Amertume	-Une très longue conservation -Une activité protéolytique forte des ferments . -Une contamination par des germs protéolytiques.
	Levuré ;fruité et alcoolé	Contamination par des levures.
	Gout moisi	-Contamination par des moisissures . -Fruits de mauvaise qualité pour les yaourts aux fruits.
	Goût plat ;absence d'aromes	-Mauvaise activité des levains (déséquilibre de la flore de Streptococcus ; incubation très courte ou à basse température). -Matière sèche trop faible .
	Manque d'acidité	-Mauvaise activité des levains(taux d'ensemencement trop faible; incubation courte ; ou à très courte ou à basse température).
	Acidité trop élevé	-Mauvaise conduite de la fermentation(taux d'ensemencement fort;incubation longue ,ou à température élevée). -Refroidissement pas assez poussé ,trop lent . -Conservation à haute température.
	Rancidité	-Contamination par des germes lipolytiques et traitement thermique faible .
	Goût farineux ; de poudre	-Poudrage très important.
	Goût oxide	-Mauvaise protection contre la lumière (pots en verre surtout). -Présence des métaux (Fer ,Cuivre).
	Goût cuit de brulure	-Traitement thermique sévère.
Goût gras	-Teneur en matières grasse trop élevée.	
	Décantation, synérese	-Sur acidification en post-acidification(mauvaise conduite de la fermentation. -Température élevée pendant le stockage (conservation longue). -Refroidissement faible .

Apparence		-Agitation et admission exagérée d'air (pour les yaourts brassés) utilisation de pompe centrifuges. -Mauvaise adjonction de fruits ou de pulpes de fruits-Agitation des yaourts (yaourt ferme),teneur en Matière sèche faible .
	Production de gaz	-Contamination par les levures ou les coliformes.
	Couche en surface	-Contamination par des levures ou des moisissures.
	Couche en crème	-Mauvaise ou absence d'homogénéisation.
	Produit sur les couvercles	-Mauvaise de manutention.
	Produit non homogénéisé	-Mauvaise agitation (dans le cas de yaourt aux fruits).
Texture	Décallotage	-Agitation ou vibration pendant le transport faisant suite à un refroidissement mal conduit en chambre froide .
	Trop filant	-Mauvaise fermentation (trop filant) -Temperature d'incubation faible
	Manque de fermenté	-Taux de levain faible ,mauvaise incubation -Agitation avant la coagulation complète . -Matière sèche trop faible .
	Trop liquide (yaourt brassé)	-Brassage violent . -Mauvaise incubation - Matière sèche très faible -Fruits ou arômes pas assez concentré.
	Texture sableuse	-Chaufage du lait important . -Homogénéisation à température élevée -Poudrage fort . -Mauvaise brassage -Acidification irrégulière et trop faible .
	Texture granuleuse	-Mauvais brassages. -Teneur en matière grasse élevée. -Mauvais choix de ferment.

(Luquet,1985)

I.8. Stabilité du Yaourt

La stabilité est l'aptitude du produit à ne pas s'altérer trop rapidement dans les conditions d'entreposage (Multon, 1992). Il existe deux types de stabilité :

- Stabilité biologique
- Stabilité physicochimique

Qui doivent être maîtrisées pendant toute la période de conservation. (Romain et *all.*, 2006).

I.8.1. Base de la Stabilité biologique

On a l'aptitude de distinguer l'effet de la température sur la croissance des microorganismes et sur leur survie. L'abaissement de la température d'un produit permet de prolonger dans le temps sa conservation et différer sa consommation (Romain et *all.*, 2006).

La stabilité d'un yaourt est assurée par une conservation au froid positif (réfrigération), qui a pour effet de ralentir les réactions enzymatiques et chimiques, et par conséquent la multiplication et le métabolisme des microorganismes, mais elle ne permet qu'une conservation relativement courte (quelques jours). (Romain et *all.*, 2006).

I.8.2. Base de la Stabilité physico-chimique

La cinétique de croissance microbienne est très dépendante de pH du milieu. Il est possible de ralentir les phénomènes biologiques en s'écartant du pH optimal de la réaction, on peut aussi limiter la croissance microbienne par acidification du milieu, c'est dire par une fermentation lactique (Romain et *all.*, 2006).

La diminution du pH entraîne la stabilité des minéraux tels que le calcium et le phosphore liés aux micelles de caséines (Accolas, 1979).

Le pH bas empêche la croissance des germes pathogènes généralement sensibles à l'acidité (Veringa ;1973).

I.9. Conservation du yaourt :

Les yaourts sont selon une technologie rigoureuse et dans des conditions hygiéniques strictes, ces produits se conservent environ trois semaines sous réserve d'être maintenus à un procédé de stabilisation par le froid, et grâce à une opération appelée la réfrigération car elle consiste à abaisser la température à des valeurs légèrement supérieures à son point de congélation.

Une réfrigération n'est donc efficace qu'à une température comprise entre 0°C et 6°C. La conservation du yaourt au cours de la commercialisation est effectuée à une température qui ne doit pas excéder 8°C.

Les délais de distribution et de consommation de ces produits doivent être beaucoup plus courts surtout s'il n'existe pas une chaîne de froid de la fabrication jusqu'à la consommation (Leyral et *all.* ;2001).

D'après le FAO, 1995, le but de la conservation de yaourt est très lié avec l'objectif de la méthode utilisée pendant la conservation du yaourt (la réfrigération) car elle consiste précisément à :

- Obtenir un yaourt de bonne qualité organoleptique et nutritionnelle .

- Obtenir un yaourt de bonne qualité microbiologique .
- Une longue durée de vie pour e yaourt .

I.10.Contamination du yaourt

Le traitement thermique du lait avant fabrication étant suffisant pour détruire les microorganismes non sporulés pathogènes ou non mais il est à noter qu'un yaourt à pH inférieur ou égal à 4,0 est un milieu hostile pour les bactéries pathogènes .En ce qui concerne les microorganismes non pathogènes, les levures et les moisissures sont capables de se développer dans le yaourt. Ces moisissures peuvent former une couche de mycélium à la surface du yaourt alors que les levures peuvent se développer à la surface ou dans la masse. Les préparations de fruits, ajoutées après acidification, ont été des sources importantes de moisissures donc il faut les traiter avant leur utilisation (Bourgeois et Larpent ,1996).

En ce qui concerne la prévention, tout doit être fait afin d'éviter l'apport de microorganismes, en particulier pathogènes, à chacune des étapes de la chaîne agroalimentaire. L'emballage notamment permet de protéger les denrées et les produits du risque de contamination. (Leveau et *all.*, 1998)

Beaucoup d'espèces de bactéries lactiques sont capables de produire des bactériocines. Ce sont des petites protéines qui possèdent des propriétés antibiotiques contre un nombre limité d'espèces. On peut citer la nisine produite par certaines souches de *Lactococcus lactis* ou la sakacine P issue d'une bactérie rencontrée dans les salaisons, *Lactobacillus sakei*. La nisine purifiée peut être ajoutée dans les aliments à risque pour les protéger contre des bactéries pathogènes comme *Listeria monocytogenes*. (Spinnler, 1998)

En effet, des micro-organismes pathogènes se développent encore à 6°C, on peut citer les salmonelles.

Parmi les germes d'altération, les *Pseudomonas*, des moisissures et des levures peuvent se développer dans les réfrigérateurs ménagers.

Une autre altération est fréquente au froid : le rancissement et l'hydrolyse des matières grasses. (Spinnler, 1998)

II.1.Définition :

Le Céréale de Seigle a évolué dans le croissant fertile du Proche Orient. Les régions principales de la diversité sont la Turquie, Lebanon, Syrie, Iran, Irak, et l'Afghanistan. Le seigle , cependant, n'a été jamais cultivé pendant qu'une récolte là mais se développe toujours comme herbe dans les stands de l'orge et du blé,(Marcelo ,2009).

Le seigle, (*Secale cereale*) est une [plante](#) annuelle appartenant à la famille des [poacées](#) ([graminées](#)), il fait partie des céréales à [paille](#).

C'est la deuxième céréale servant à la production de pain juste après le blé. Elle possède également une valeur fourragère . (Bushuk, 2001).

Le seigle est bien adapté aux régions pauvres et froides à terres acides (supporte un sol à un pH voisin de 5.5), (Prats et *al*, 1970., Simon et *all*, 1989).

II.2 .Utilisations :

Le seigle est un récolte fortement souple. Comme plante verte, il est employé comme pâturage de bétail et en tant qu'engrais vert dans des rotations de récolte ; comme grain, il est employé pour l'alimentation de bétail et comme matière de base dans la distillation d'alcool ; et comme farine, il est employé dans les pains et beaucoup d'autres produits cuits au four,(Marcelo ,2009).

II.3.Morphologie et structure du grain de seigle :

Le grain de seigle est plus léger et plus long et élancé que le grain de froment. Il pèse environ 20 mg, et fait de 4.5 à 10 mm de long, quant à la largeur, elle varie entre 1.5 et 3.5mm (Bushuk,2001).

Sa couleur varie entre le brun, le brun-gris et le vert, son extrémité est poilue et sa section est de forme triangulaire (Simon et *all*, 1989).

La structure du grain de toutes les céréales est assez semblable, il est constitué de l'enveloppe, l'albumen amylicé (amande farineuse) et le germe (Figure -5-).

Le grain de seigle comprend les parties suivantes :

II.3.1 Les enveloppes :

Les enveloppes représentent 10 à 15 % du grain, comprennent à la fois celles du fruit en périphérie et celles de la graine liées aux premières :

- Le tégument du fruit (péricarpe), comprend l'épicarpe, le mésocarpe et l'endocarpe.
- Le tégument de la graine, comprend le tégument séminal (testa) et la bande hyaline.
- La couche à aleurone qui se caractérise par sa teneur élevée en protéines.

Cette carapace externe du grain, riche en éléments nutritionnels, n'est que faiblement incorporée aux farines blanches : elle forme le « son ».

II.3.2.L'endosperme:

L'endosperme (80 à 85% du grain) se présente sous forme de cellules contenant des granules d'amidon autour desquels apparaissent des matrices protéiques. C'est la fraction qui sera réduite en farine.

II.3.3.Le Germe:

Le germe représente 2 à 3% du grain, comprend l'embryon et constitue une source très importante de protéines, de vitamines et de lipides (Aman, 1997., Bushuk, 2001., Jeantet et *all*, 2007).

II.4.Composition biochimique :

Les grains des céréales ont des compositions voisines ; classés dans les produits amylacés, ils se caractérisent par leur richesse en amidon, des taux de protéines moyens et des faibles teneurs en lipides, le tableau -III- résume la composition biochimique du grain de seigle et d'autres céréales.

Tableau III: Composition biochimique des grains de céréales (%)

Espèce	Eau	Amidon et petits glucides	Proteins	Lipides	Fibres	Minéraux (taux de cendres)
Avoine	13-15	50-54	12-13	5,0-6,0	14-15	2,5-3,0
Blé tender	13-15	64-68	10-12	1,7-1,9	5,0-5,5	1,7-1,9
Orge	13-15	57-63	10-11	2,0-2,5	10-11	2.5-2,7
Seigle	13-15	62-66	9-11	1,7-1,8	7-8	1,9-2,1

(Jeantet et *al*, 2007).

En comparant le grain de blé à celui du seigle, ce dernier renferme des proportions en amidon et en protéines inférieures à celle retrouvées dans le blé, contrairement aux teneurs en sucre et en fibres alimentaires qui sont plus élevées chez le seigle (Aman et *al*, 1997).

4.1Les glucides :

Les glucides représentent environ 80% de la matière sèche des graines et sont constitués essentiellement d'amidon qui se présente sous forme de granules, il existe deux types:

- Des granules larges, lenticulaires de 35µm de diamètre.
- Des granules petits, sphériques de 10 µm de diamètre.

L'amidon du seigle constitue près de 68% de la farine totale. Il gélatinise à une température plus basse (56°C) que celle du blé (60°C) et apparaît aussi moins résistant à l'attaque enzymatique (Kouidri, 1996 et Bushuk, 2001).

Parmi les sucres simples, ce sont les fructo-oligosaccharides et le saccharose qui prédominent avec des pourcentages de 2.7% et 2.9% (Aman et *all*, 1997).

4.2 Les protéines :

La couche à aleurone du grain de seigle constitue la fraction la plus riche en protéines suivie de l'amande, le germe puis le péricarpe.

Les protéines de seigle sont multiples et complexes certaines d'entre elles sont solubles dans l'eau ou dans les solutions salines, il s'agit principalement de l'albumine et la globuline qui se concentrent dans la périphérie de la graine. D'autres telles que la glutéline et la sécaline, sont insolubles dans l'eau s'associent en milieu hydraté pour former le gluten, elles se trouvent principalement dans l'albumen du grain (Kouidri, 1996., Jeantet et *all*, 2007).

Contrairement aux autres céréales, le seigle contient une quantité considérable en lysine, cela fait du tryptophane le facteur limitant de la farine de seigle (Bushuk, 2001).

➤ Le gluten :

Le gluten constitue l'ensemble des protéines de l'amande des céréales, composé de glutéline et de prolamine (deux familles des protéines du monde végétal). Sa valeur nutritionnelle est toujours faible en raison des déséquilibres en acides aminés des prolamines (Adrian et *all*, 2003).

L'intolérance au gluten pour le blé se porte plus spécifiquement sur une fraction du gluten : la gliadine. Dans le cas de l'orge, l'intolérance concerne l'hordéine. Pour le seigle c'est la sécaline qui est toxique (Bontems et *all*, 2000).

4.3 Les lipides :

La teneur en lipides du grain de seigle varie entre 2 et 3,5%. Ce sont surtout les lipides de réserve localisés dans la couche à aleurone et dans le germe. Environ 50% des lipides du seigle sont composés d'acide linoléique (Kouidri, 1996).

4.4 Les sels minéraux :

La fraction minérale varie entre 2 et 3% de la matière sèche, Le phosphore, le potassium, le magnésium et le calcium sont les principaux éléments, on retrouve également le fer, le manganèse, le cuivre, le fluor, le zinc et le sélénium (Bushuk, 2001).

4.5 Les vitamines :

Le seigle constitue une bonne source de vitamines, elles se trouvent essentiellement au niveau du germe et la couche à aleurone, il s'agit principalement de l'acide nicotinique, l'acide pantothénique, la thiamine, la pyridoxine, la riboflavine, et le tocophérol (Bushuk, 2001).

4.6 Les fibres alimentaires:

Le contenu moyen en fibres de seigle est d'environ 16 g par 100 g de seigle. La majeure partie de ces fibres est composée d'arabinoxylanes (60 %), de celluloses (15 %) et de bêta-glucanes (9 %). (Leinonen et *al*, 2000).

Le seigle a des teneurs en arabinoxylanes et en bêta-glucanes plus élevées que celles du blé, les teneurs en cellulose et en lignine sont similaires dans les deux céréales (Aman et *al*, 1997), voir (Tableau IV).

La consommation d'une quantité normale de pain à base de farine complète de seigle dans une alimentation équilibrée aurait des effets favorables sur la fonction intestinale (Grasten et *al*, 2000).

Les fibres pourraient aider à prévenir la constipation en augmentant la fréquence et la quantité de selles excrétées, en diminuant le temps de transit (de passage) intestinal et en rendant la défécation moins difficile (Hongisto et *al*, 2006).

Le tableau-IV- résume la composition en polyosides non amidonneux dans différentes graines de céréales .

Tableau IV: Distribution des polyosides non amidonneux dans différentes graines de céréales .

Composants(% m.s.)	Blé	Seigle	Mais	Orge
Cellulose	2,0	1,5	2,0	3,9
B-glucanes solubles	0,7	1,1	-	0,2
Insolubles	-	-	-	3,6
Pentosanes* insolubles	6,3	5,5	5,1	7,1
Solubles	1,8	3,4	0,1	0,8
Totale	10,8	11,5	7,2	15,6

(d'après MAISONNIER et al. , 2002).

*pentosanes=hétéroxylanes,arabinoxylanes,arabinogalactanes

III Les fibres alimentaires et les troubles fonctionnels intestinaux (Constipation):

III.1 Les fibres alimentaires :

III.1.1 Définition

Les fibres alimentaires sont des polymères végétaux (Roberfoid,2008),de nature polysaccharidique non digérés par les enzymes endogènes du tractus digestif humain (Boclé et all ,2005) .

Les fibres alimentaires sont habituellement classées en fibres solubles (une partie des hémicelluloses , pectines, gommés ,mucilages ,produit algaux ,oligosaccharides) formant avec l'eau solution visqueuse ou des gels,et fibres insolubles (la plupart des hémicelluloses ,la cellulose ,la lignine).(Astrong et all ,2002)

III.1.2 Composition chimique :

Les fibres alimentaires sont un groupe très hétérogène d'un point de vue chimique et physico-chimique. Elles font partie de la famille des glucides (polysaccharides non amylacés d'origine végétale, microbienne, fongique ou provenant des algues, amidon résistant, et oligosaccharides résistants) à l'exception de lignine. Les fibres alimentaires comprennent des polysaccharides non amylacés à savoir, la cellulose, hémicellulose, B-glucanopectines, mucilages et gums plus une substance non polysaccharidique la lignine. La figure -V- résume le complexe « fibres alimentaires » et les composés pariétaux Britt (2000).

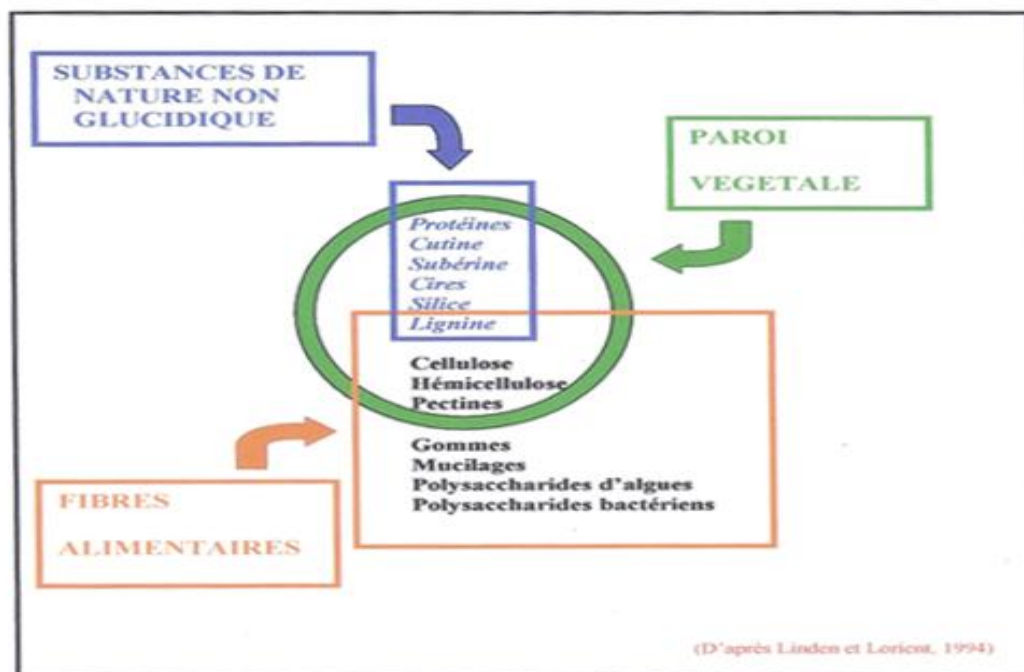


Figure n°5 : Les principaux composants du complexe << fibre alimentaire de la paroi végétal >>

III.1.2.1 Cellulose :

Il s'agit d'un homopolysaccharide linéaire, les monomères de D-glucose (figure 7). Le degré de polymérisation peut aller de 500 à 15 000 unités /molécule qui sont unis par des liaisons O-glycosidiques (β 1-4)→

La cellulose a des propriétés radicalement différentes de l'amidon, puisqu'en effet la molécule d'amylose est hélicoïdale, soluble dans l'eau et facilement hydrolysée par les enzymes, alors que la cellulose est planaire, insoluble dans l'eau et difficilement hydrolysable. La cellulose est douée d'une grande inertie chimique : insoluble dans les solvants aqueux, elle possède tout de même un caractère hydrophile lui conférant des propriétés de rétention d'eau et de gonflement (Adam, 2002., Moussard, 2007).

III.1.2.2 Les hémicelluloses :

Le terme hémicellulose regroupe tous les polysaccharides non-cellulosiques et non pectiques de la paroi ; c'est donc un groupe très hétérogène. Les polymères d'hémicellulose ont un degré de polymérisation plus faible que celui de la cellulose (DP= 50 - 200). Ce sont des chaînes ramifiées de pentoses (xylose, arabinose) et d'hexose neutres (mannose, galactose, glucose) ou acides (acide glucuronique, acide 4-o-méthylglucuronique) (Joseleau, 1980).

La dénomination des hémicelluloses dépend du ou des oses constituant la chaîne principale. On parle ainsi de xylène, mannanes, galactanes, arabinogalactanes ou glucanes (Cui et al., 2000). Les arabinoxylanes (Figure 6) sont les hémicelluloses majeurs des parois primaires et secondaires des monocotylédones (Joseleau, 1980). La teneur en arabinoxylanes totales du blé a été estimée à 5,5- 18% pour le grain entier (Cui et al., 2000).

III.1.2.3 La lignine :

Selon Carpita et McCann (2000), Elle est formée par la polymérisation des dérivés de phénylpropane (Buchanan, 2000)

Dans les enveloppes du grain de blé, la lignine est majoritairement localisée dans le tégument séminal et le péricarpe interne (cellules croisées et tubulaires), les cellules de l'épiderme ne présentent qu'une lignification partielle. La structure exacte de la lignine des enveloppes du blé n'est pas clairement définie, néanmoins il est établi que la proportion en alcool p-coumarylique est plus faible que celle des deux autres unités phénylpropane (Chabbert et al., 2001)

III.1.2.4 Les pectines:

Substance gélifiante présente dans de nombreux produits végétaux, principalement dans les pommes et les écorces d'agrumes. Elle est composée de polymères d'acide D-galacturonique avec des insertions de rhamnose et des branchements arabinogalactanes (Adrian et al, 2003).

III.1.2.5 Les B-glucanes :

Ce sont des polysaccharides linéaires constitués d'unités de D-glucopyranoses liés par des liaisons B-(1->3) et I3~(1->4). Le rapport entre les liaisons B-(1->3) et I3-(1->4) est variable selon la nature des céréales (Antoine, 2003),

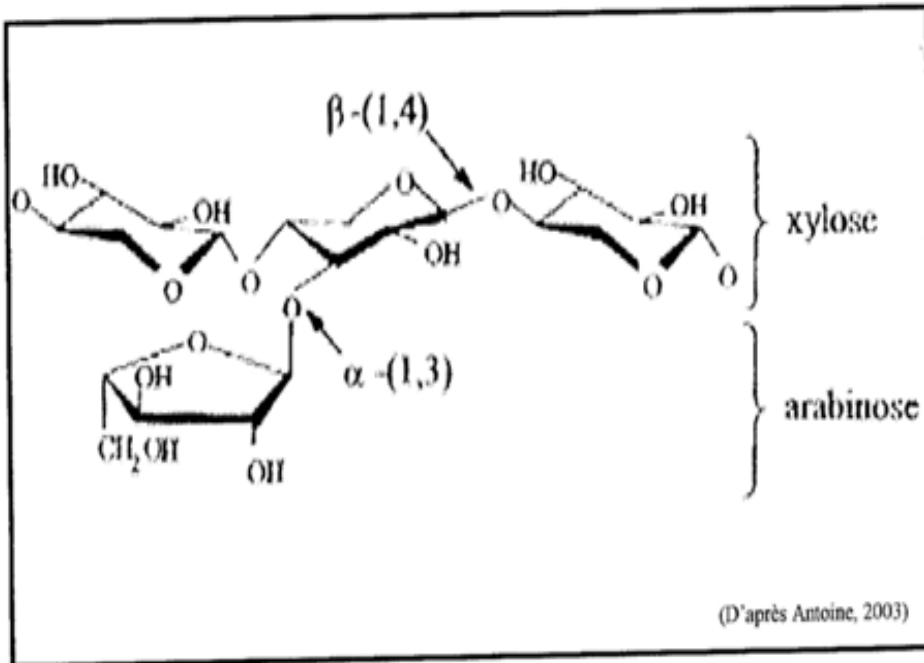


Figure 6 : Représentation de la structure chimique des arabinoxylanes (AX)

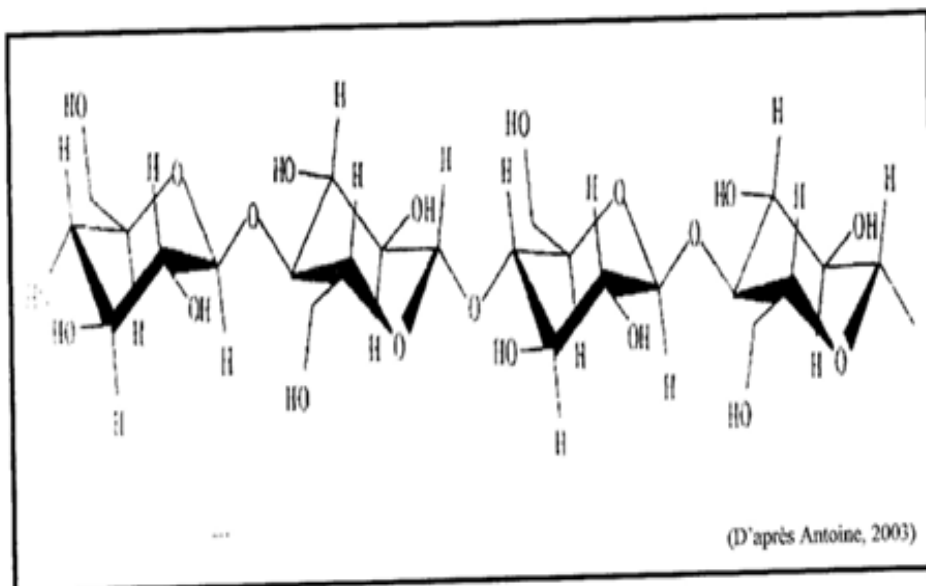


Figure 7 : Structure chimique d'une chaîne de cellulose

III.1.3 Propriétés physico-chimiques des fibres alimentaires :

Les fibres ont des propriétés physiques caractéristiques à savoir la solubilité, la viscosité, le pouvoir gélifiant, la rétention d'eau et le pouvoir fermentaire. Ces propriétés déterminent leur comportement physiologique (Aufret et al., 1994)

III.1.3.1 Solubilité :

Mise en présence d'eau, les fibres alimentaires ne régissent pas toutes de la même façon, après une étape commune de gonflement au cours de laquelle, l'eau entre dans le solide et écarte les macromolécules. Certains polysides sont solubilisés, d'autres restent insolubles. La solubilité dans l'eau dépend de plusieurs facteurs. Elle est fondée sur les fonctions hydroxyles capables d'interagir avec les molécules d'eau, La régularité structurale de chaînes linéaires ne permet pas à l'eau de disperser les macromolécules en raison de fortes liaisons intramoléculaires, c'est le cas de la cellulose qui ne dépasse que l'étape du gonflement dans l'eau (Lairon, 1991).

Sur le plan de la santé; les vertus des fibres sont largement démontrées, Les études scientifiques ont mis en évidence deux effets distincts, le rôle bénéfique des fibres insolubles sur la régulation du transit intestinal et l'intérêt des fibres solubles dans la réduction du taux du cholestérol et du pic d'insuline (Harris et al, 1999).

> Les fibres solubles :

Les fibres solubles regroupent les pectines, les gommes, les guar et les mucilages, les alginates et certaines hémicelluloses, Elles présentent le pouvoir de rétention d'eau le plus élevé, Leur capacité de former des gels expliquerait leurs effets bénéfiques sur les métabolismes lipidiques (réduction de la cholestérolémie) et glucidiques car, l'influence positive des fibres alimentaires sur les taux de glucose et d'insuline plasmatique chez les diabétiques et les sujets sains a été démontrée à travers les travaux de Jenkins et Anderson (Jenkins et al 1995). Ces fibres peuvent être caractérisées par leur solubilité dans l'eau et de leur viscosité (Kabir et al., 2002).

> Les fibres insolubles :

Les fibres insolubles sont constituées de cellulose, d'hémicellulose, de pectines et de lignine (la source la plus riche étant le son de blé). Elles sont les plus efficaces pour faciliter le transit intestinal. Les caractéristiques les plus importantes des fibres insolubles sont la capacité de rétention d'eau, la capacité d'échange cationique et leur habilité à absorber les constituants organiques (lipides et sels biliaires) (Lahaye et Kauffer, 1997).

III.1.3.2 Pouvoir d'absorption et de rétention d'eau:

L'eau présente dans les fibres peut être classée en eau maintenue dans les structures interstitielles et en eau liée par des liaisons hydrogènes ou interactions dipolaires avec les groupements chimiques portés par les fibres (Salvador et Cherbut, 1992).

La capacité d'absorption d'eau (Water Binding Capacity) est reliée au pouvoir de gonflement des fibres, alors que la capacité de rétention d'eau fait plutôt référence à la conservation d'une quantité d'eau contre une force, les fibres solubles présentent le pouvoir de rétention d'eau le plus élevé. (Mc Cleary, 2003).

III.1.3.3 Viscosité et pouvoir gélifiant:

La viscosité est le facteur le plus influence par un apport en fibres solubles dans une solution, Elle fait donc exclusivement référence a des fibres totalement solubles dans l'eau, même et des concentrations très faibles. Les propriétés de viscosité dépendent de la conformation et du volume hydrodynamique des polysaccharides en solution, Un état gel apparait lorsque suffisamment de macromolécules ou de tronçons se sont associés pour former un réseau.

La notion de solubilité et de Viscosité qui caractérise les fibres est importante sur le plan nutritionnel en retenant entre ses mailles une phase liquide (WricK, 1983).

Les fibres solubles absorbent une grande quantité d'eau et forment soit des solutions épaisses de viscosités importantes, comme les gommés ou l'hémicellulose de l'orge et de l'avoine, soit des gels comme les pectines de fruits et alginates des algues. De cette façon, elles ralentissent la vidange gastrique, elles procurent une satiété précoce et elles diminuent la vitesse d'absorption des glucides (et aussi des lipides) dans l'intestin grêle (Saettel, 2000).

Une augmentation de la viscosité provoque un ralentissement de la diffusion des enzymes des substrats et des nutriments au niveau de la surface d'absorption induisant une incorporation diminuée et/ou retardée des nutriments dans la muqueuse intestinale (Kouidri, 1999).

III.1.4 Place des fibres alimentaires dans l'alimentation humaine :

L'alimentation courante comporte de nombreux produits pauvres en fibres à base de céréales raffinées (pain blanc, pâtes, riz, etc.), ou dépourvus de fibres (produits d'origine animale, huiles, sucres, etc.) (Rémésy, 1994).

Des études épidémiologiques indiquent que la consommation de grains serait reliée à un risque moindre de maladies cardiovasculaire et de diabète et même de certains cancers et d'obésité (Jacob et *al*, 2004., Williams et Campos, 2005).

La consommation de fibres est actuellement inférieure à la quantité recommandée de 35g par jour et par personne (Burton, 2000).L'arrivée des produits raffinés ainsi que la modification des habitudes alimentaires ont progressivement diminué leur apport (Arnink et Verstegen, 2007).

III.1.5 Teneurs en fibres alimentaires des céréales et produits dérivés:

Il apparait que les aliments les plus riches en fibres alimentaires sont les céréales complètes et les légumes secs (légumineuses). A l'intérieur du grain de céréale, les fibres sont

essentiellement présentes dans les couches périphériques qui constituent le son (environ 15% de la masse du grain). (Lopez et al, 2007).

Le tableau V représente la teneur en fibres alimentaires de certains aliments.

Tableau V : Teneur en fibres alimentaires des aliments (pour 100g d'aliment).

	Catégories d'aliments	Teneur en fibres alimentaires Pour 100g d'aliments
PRODUITS CEREALIERS	Son	44.0
	Farine complète	9.5
	Pain complet	8.5
	Maïs en grain	5.7
	Pain blanc	2.7
	Riz blanc	2.4
	Farine de seigle	1.5
	Farine d'avoine	0.9
LEGUMES SECS	Haricots secs	25.5
	Pois cassés	23.0
	Lentilles	12.0
	Pois chiches	2.0
FRUITS SECS- OLEAGINEUX	Figues sèches	18.3
	Amandes	14.0
	dattes	8.7
	Cacahuètes	7.5
	Noix	5.0
	Olives	5.0
FRUITS FRAIS Les plus riches en fibres	Framboises	7.4
	Groseilles	6.8
	Poires (non épluchée)	2.4
	Pêches	2.3
	La plupart des fruits	0.5-2
LEGUMES VERTS Les plus riches en fibres	Epinards	6.0
	Petits pois	6.0
	Mâches	4.3
	Artichauts	4.2
	Pomme de terre	3.5
	La plupart des légumes	1.4- 4

(Hébuterne, 2002).

III.2 Troubles fonctionnels intestinaux (TFI)

Les troubles fonctionnels digestifs regroupent un ensemble de situations pathologiques caractérisées par des symptômes d'origine digestive , parmi ces syndromes ,les troubles fonctionnels intestinaux (TFI) regroupent des affections dont l'origine est plutôt rattachée à l'intestin grêle et au colon .

Parmi les TFI ,on peut distinguer plusieurs syndromes :

La constipation fonctionnelle

La diarrhée fonctionnelle

Le syndromes de l'intestin irritable(SII)

Le ballonnement abdominal fonctionnel

Le temps du transit digestif se définit comme le temps mis par les aliments pour traverser le tube digestif entre leur digestion et leur excrétion. Chez l'homme le transit digestif varie de 24 à 72 heures dont 18 et 64 heures dans le colon, contre 4 heures seulement dans l'intestin grêle. C'est au niveau du colon que les fibres auront un rôle essentiel en fonction de leurs propriétés physico- chimiques ou de leur fermentescibilité (Eastwood, 1992).

Cependant, les céréales agissent favorablement de deux façons Les fibres insolubles transitent généralement dans le colon sans avoir fermenté, contribuant ainsi au volume fécal, alors que les fibres solubles favorisent la croissance des bactéries du colon, augmentant le volume fécal et produisant acides gras a chaines courtes (acétate, butyrate, préopinante) (Conrad, 1999).

-III.2.1 Constipation fonctionnelle:

La constipation fonctionnelle est généralement décrite comme une affection caractérisée par une difficulté persistante à la défécation ou une sensation d'exonération incomplète et/ou des défécations peu fréquentes (une fois tous les 3-jours ou moins) en l'absence de symptôme d'alarme ou d'une origine secondaire. Des différences dans la définition médicale et des variations dans les symptômes décrits rendent problématique l'établissement de données épidémiologiques fiables.

III.2.3 Rôle des fibres alimentaires sur la constipation

Cummings (1993) avance que les céréales riches en fibres insolubles, dont le son de blé ou de maïs et le seigle créent un volume intestinal important car elles ne sont pas digérées par les bactéries du colon, D'après Saettel (2000) les fibres alimentaires préviennent contre la constipation, hémorroïdes et la diverticulose L'adjonction du son d'orge et de seigle dans un régime réduit la constipation (Koudri, 1999)

Il est maintenant établi qu'une consommation régulière de céréales complètes diminue le risque de cancer; tandis qu'une consommation régulière de produits céréaliers raffinés constitue un terrain défavorable (Chatenoud et *al.*, 1999)

Il y a plusieurs voies par lesquelles les fibres, notamment les fibres insolubles des céréales, riches en lignine, pourraient exercer un effet protecteur contre le cancer du côlon (Harris et *al.*, 1999). Il existe une relation significative entre une faible excrétion fécale, une

Les fibres pourraient aider à prévenir la constipation en augmentant la fréquence et la quantité de selles excrétées, en diminuant le temps de transit (de passage) intestinal et en rendant la défécation moins difficile (Hongisto et *al.*, 2006).

faible ingestion de fibres alimentaires et un risque augmenté de ce type de cancer Les fibres alimentaires séquestrent les acides et les sels biliaires qui peuvent promouvoir la carcinogénèse (Debruyne et *al.*, 2002).

Partie (1) : Matériel technologique :

Matériel d'étude :

Lieu de stage

Notre travail a été réalisé durant une période de 6 mois, du mois de Mars au mois d'Aout 2012 au niveau du :

- Laboratoire de qualité de laiterie de TREFLE ;
- Laboratoire de zootechnie Département d'agronomie (USDB) ;
- Laboratoire de chimie Département d'agronomie (USDB) ;
- Laboratoire de physicochimie de l'ITGC (l'institut technique des grandes cultures).
- Laboratoire physico-chimique de L'ITELV de BEBAALI.

IV.1 Le son du seigle

1.1 Choix de la variété

L'étude a porté sur une variété de seigle (RC9) qui nous a été fournie par l'ITGC (l'institut technique des grandes cultures) de Constantine d'ELKHROUB. Le choix s'est porté sur une céréale n'ayant pas subi de traitements chimiques, et stockées dans de bonnes conditions (HR et T°) ; (figure-8-).

Le choix de céréale de seigle se justifie par l'importance de sa valeur nutritionnelle sa richesse en fibres alimentaires.



Figure -8- : Photographie originale du Grain de seigle (2012).

IV.1.2 Obtention du son de seigle:

Préparation de l'échantillon :

La préparation de l'échantillon a été réalisée au laboratoire .Elle consiste notamment en un nettoyage manuel à sec pour éliminer les impuretés avant la mouture.

IV.1.2 .1 Agréage :

IV.1.2 .1.1 Recherche des impuretés : (Norme NF V03-706)

Le principe de la détermination des impuretés d'un lot de seigle comprend trois étapes principales :

- le tamisage de l'échantillon pour extraire les grains cassés et les petits grains ;
- le triage manuel de toutes les autres impuretés après examen visuel de l'échantillon ;
- la pesée des différentes catégories d'impuretés

Les impuretés indésirables qui peuvent exister dans le seigle doivent être éliminées ,car car elles déprécient la qualité du produit fini.

IV.1.2 .2 Nettoyage :

Le nettoyage de l'échantillon a été fait manuellement à l'aide de cribles appropriées pour éliminer les poussières, les gros et fins déchets. Tous les grains suspects ont été éliminés pour éviter de contaminer le son .

IV.1.2 .3 Conditionnement :

Le conditionnement a pour but d'amener, dans nos conditions expérimentales, l'échantillon dans des conditions optimales d'humidité et de dureté dans le but de faciliter la mouture ;augmenter le rendement et pouvoir séparer l'amande de l'enveloppe .L'humidité à atteindre est généralement de 16% pour la majorité des céréales (Hoseney ,1986) .

Nous avons procédé à une simple humidification d'appoint du seigle avant la mouture pour ramollir les enveloppes (Kiger 1967).

IV.1.4 Mouture expérimentale :

La mouture a été faite par un moulin traditionnel ; (Figure 9).



Figure-9- : photographie originale du moulin traditionnelle (2012).

-Tamisage : Le produit issu de la mouture par fragmentation sur meule doit passer par un tamisage pour séparer les différents types de son selon leurs granulométries en utilisant des tamis ,dont les ouvertures des mailles sont respectivement les suivantes (du haut vers le bas) :

710 µm pour la semoule grosse ;

450 µm pour la semoule moyenne et

180µm pour la semoule fine.

-Conservation

Juste après la mouture, le son de seigle a été conservé dans un sac Kraft à une température de + 4°C pour permettre sa bonne conservation .

-Prélèvement de l'échantillon:

Le prélèvement de son de seigle se fait par une louche stérile dans le laboratoire. L'échantillon est placé dans un récipient stérile et destiné à subir les différents examens physico-chimiques et microbiologique microbiologiques.

IV.1.3 Méthodes d'analyses :

IV.1.3.1 Méthodes physico-chimiques :

IV.1.3.1.1 Dosage de l'humidité : (Méthode internationale ISO-712, 1979).

La détermination de l'humidité conditionne la précision des résultats du fait qu'elle permet de rapporter les résultats par rapport à la matière sèche.

➤ Principe :

La teneur en eau est déterminée après séchage du produit à une température comprise entre 130 et 133°C, pendant 1h30 à pression atmosphérique normale.

Les résultats s'expriment en pourcentage :

$$\text{Teneur en eau \%} = \frac{(m_0 - m_1)}{m_0} \times 100$$

Où:

m_0 : masse de la prise d'essai (en gramme).

m_1 : masse de la prise d'essai après étuvage (en gramme)

IV1.3.1.2 Détermination de la teneur en cendres: (Norme AFNOR NF V 03-720,1981)

La connaissance de la teneur en matières minérales (ou teneur en cendres) permet aux meuniers de régler leurs moulins et de déterminer les taux d'extraction des farines. Elle est utilisée pour déterminer le degré de pureté réglementaire des farines. Il est préconisé d'utiliser la méthode par incinération à 900°C pour les céréales et leurs produits de mouture destinés à l'alimentation humaine.

➤ **Principe :**

Le principe repose sur l'incinération du produit dans une atmosphère oxydante à une température de 900°C (céréales et produits de mouture) jusqu'à combustion complète de la matière organique durant 1h15 min à 2 heures. La teneur en cendres est déterminée par la pesée du résidu. Les résultats sont exprimés à 0,01% près et rapportés à la matière sèche.

$$\text{Teneur en cendre (\%)} = m_1 \times \frac{100}{m_0} \times \frac{100}{100-H}$$

Où:

m_0 : masse de la prise d'essai (en gramme)

m_1 : masse du résidu (en gramme)

H : teneur en eau de l'échantillon (en pour-cent)

IV.1.3.1.3 Détermination de l'acidité grasse: (Norme AFNOR NF V03-712, 1981)

L'acidité grasse est l'expression conventionnelle des acides essentiellement des acides gras libres. Elle est exprimée en gramme d'acide sulfurique pour 100g de matière sèche.

➤ **Principe :**

Le principe repose sur un dosage colorimétrique. Les acides gras libres de l'échantillon sont mis en solution dans l'éthanol à 95% à la température ambiante du laboratoire. Après centrifugation, et titrage d'une partie aliquote de la solution surnageante par l'hydroxyde de Sodium.

L'acidité est calculée par la formule suivante :

$\text{Acidité g H}_2\text{SO}_4 / 100 \text{ MS} = \frac{7,35 \times (V_1 - V_0) \times T}{m} \times \frac{100}{100-H}$
--

Où :

V_1 : est le volume, en millilitres, de la solution d'hydroxyde de sodium utilisée pour la détermination

V_0 : est le volume, en millilitres, de la solution d'hydroxyde de sodium utilisée pour l'essai à blanc.

m : est la masse, en grammes, de la prise d'essai

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

H : est la teneur en eau, en pourcentage en masse, de l'échantillon pour essai.

IV1.3.1.4.Détermination de la teneur en matière grasse: (Norme NF V 03-713, 1980)

Le principe consiste à extraire les lipides libres par un solvant organique apolaire tel que l'hexane à la température du laboratoire pendant une durée de 3 heures dans un soxhlet. L'épuisement de l'échantillon est terminé au bout de trois heures et le solvant contenu dans le ballon préalablement taré est distillé à l'aide d'un évaporateur rotatif sous vide. La différence du poids constitue la matière grasse.

La teneur en matières grasses totales, exprimée en masse du produit tel quel est égale à :

$$S = \frac{m_2 - m_1}{m_0} \times 100$$

Où :

m_0 : est la masse, en grammes, de la prise d'essai

m_1 : est la masse, en grammes, du ballon

m_2 : est la masse, en grammes, du ballon et du résidu

IV.1.3.1.5 Détermination de la teneur en protéines: (Norme NF V G3-050, 1970)

Les teneurs en azotes total des échantillons étudiés sont déterminées selon la méthode de KJELDAHL, la teneur en protéines se calcule à partir de la teneur en azote total multiplié par le coefficient 5,7 pour le son de blé.

a- Principe :

Les composants organiques de l'azote chauffé dans l'acide sulfurique concentré en présence de catalyseur de minéralisation sont décomposés et transformés en sulfates d'ammonium.

Les réactions suivantes résument les principales étapes de cette méthode :

N organique----- S04 (NH4)

L'ammoniac est ensuite déplacé de son sel par la soude, et il

$\text{SO}_4(\text{NH}_4) + 2 \text{NaOH} \text{-----} \text{SO}_4 \text{NH}_3 + 2\text{H}_2 \text{O}$

Est entraîné par la vapeur d'eau recueillie dans une solution d'acide borique. puis titré par une solution d'acide sulfurique

$2 \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \text{-----} \text{SO}_4 (\text{NH}_4)_2$

b- Expression des résultats :

La teneur en azote exprimée en pourcentage en masse est donnée par la formule suivante :

Teneur en azote rapportée à la matière sèche :

$$X = (0,0014 * V * 100 / m) * (100 / 100 - H)$$

où:

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

m : masse en gramme, de la prise d'essai

H : teneur en eau, exprimée en pourcentage en masse de l'échantillon pour essai.

1 ml d'Hg SO4, 0, 1 N correspond à 0,0014g d'azote.

IV.1.3.1.6 Détermination de la teneur de la cellulose brute : (Norme NF V O3-040, 1977)

Méthode de WEENBE (1953) :

L'échantillon est soumis à deux hydrolyses (30min chacune) en milieu acide et alcalin. Après neutralisation, le résidu insoluble est lavé, séché à poids constant à 105°C. Le produit obtenu est incinéré dans un four à moufle à 600°C et pesé.

La différence entre les deux pesées représente la matière cellulosique brute.

IV.1.3.1. 7 Fractionnement et dosage des polysides pariétaux (Van Soest ; 1963) :

a- principe

Le principe consiste à fragmenter les différents constituants de la paroi végétale grâce à des détergents appropriés.

b- Préparation des détergents:

Neutral detergent fiber (NDF) : (pour deux litres)

- 60g de Sodium Lanryl Sulfate.
- 37,2g de Dissodium Ethylène Diamine Tetracetate dihydrate (E.D.T.A).
- 13,62g de Sodium Borate decahydrate.
- 9,12g de Dissodium Hydrogène Phosphate anhydre.

Acid detergent fiber (ADF) 1 (pour deux litres)

- 40g de Cethyl Triméthyl Arnonium Bromide
- 55,54ml d'Acide Sulfurique.

c- Mode opératoire:

1g d'échantillon est mis dans 100ml de NDF (neutral detergent fiber), le mélange est porté à l'hydrolyse pendant 1 heure. Après filtration et lavage du produit obtenu, ce dernier est porté

à l'étuve réglée à 105°C pendant 24h et ceci dans des creusets filtrants pesés au préalable (PQ). Ensuite gratter le creuset et mettre le produit dans le ballon, verser 100ml d'ADF (acid detergent fiber). Une fois filtré, nous procédons au lavage de l'échantillon avec de l'H₂O chaude, puis l'étuver à 105°C pendant 24h. On pèse ensuite le creuset P2 (cellulose, lignine et matières minérales), Après l'attaque du produit pendant trois heures avec H₂SO₄ à 72%, le produit est lavé avec de l'eau distillée et étuvé à 105°C pendant 24h. Le résidu pesé P3 (lignine et matières minérales) est incinéré pendant 3 heures à 550°C pour déterminer les cendres insolubles obtenues P4.

d- Expression des résultats:

Les résultats sont exprimés par rapport à la matière sèche et sont calculés à partir des formules suivantes :

$$\text{NDF} = (P1-P0)/E * 100$$

$$\text{ADF} = (P2-P0)/E * 100$$

$$\text{Hémicellulose} = \text{NDF} - \text{ADF}$$

$$\text{Cellulose} = (F2-P3)/E * 100$$

$$\text{Lignine} = (P3-P4)/E * 100$$

$$\text{Cendres} = (P4-P)/E * 100$$

Avec :

E : Prise d'essai

P0 : poids en g de creuset vide

P1 : P0+E

P2: Poids en g de creuset après lavage à l'eau chaude (cellulose, lignine et matières minérales).

P3 : Poids en g de creuset après l'attaque acide (lignine et matières minérales).

P4: Poids en g de P3 après incinération

IV.1.3.1. 8 Détermination de l'absorption et de la rétention d'eau :

(Méthode de Rasper, 1974)

Le principe est fondé sur la détermination de la quantité d'eau absorbée et retenue par le son qui servira ensuite à la supplémentation. Le même principe dans le cas du son lavé dans une eau à pH neutre, de façon à éliminer toutes les particules farineuses qui y adhèrent et sur le son cuit.

➤ Mode opératoire :

10g d'échantillon sont mis dans 100ml d'eau distillée, le tout est incubé à l'étuve pendant 15 minutes. On procède à la mesure du volume d'eau non absorbé, la différence entre l'eau absorbée et l'eau restante est déduite. Après l'application d'une force de 2 Kg sur l'échantillon déjà égoutté pendant 15mn, on effectue la mesure du volume d'eau récupéré après application de la force (2 kg).

A-Absorption du son :

L'absorption du son est calculée par la formule suivante :

$$X = \frac{V_0 - V_1}{E} \times 100$$

V_0 : volume en ml d'eau initial

V_1 : volume en ml d'eau récupéré après égouttage

X : le pourcentage d'eau absorbée

E : prise d'essai en g

B-Rétention du son :

La rétention d'eau du son est calculée par la formule suivante

$$Y = X - V * 100/E$$

Avec :

V: volume en ml d'eau récupéré après application d'une force

X : le pourcentage d'eau absorbé

Y : le pourcentage d'eau retenu

E : prise d'essai en g

IV.1.3.1. 9 Traitement thermique

Le jour de la fabrication nous avons effectué un traitement thermique par une pasteurisation à cœur appliqué sur le son dans le but de garantir la qualité hygiénique et microbiologique.

Nous avons réalisé cette opération dans laboratoire de qualité de TREFL . Dans un bain marie et deux paramètres sont mis en évidence : le Temps, et la Température (Pasteurisation à 75 C° pendant 15 min).

IV.1.3.2 Méthodes d'analyses microbiologiques :

Le but du contrôle microbiologique vise à déceler les germes présents dans le son du seigle et dans les produits finis.

a- Principe :

La recherche des germes consiste à placer les micro-organismes au contact d'un milieu nutritif approprié, dans des conditions optimales de température et d'humidité, puis à les dénombrer.

Avant tout contrôle microbiologique, il est impératif de réunir toutes les conditions d'hygiène et d'asepsie.

Dans nos conditions expérimentales nous avons procédé au nettoyage et à la désinfection des paillasses et les outils d'analyses à l'autoclave.

b- Préparation des dilutions décimales :

Il nous a été impératif d'effectuer des dilutions décimales à fin d'éviter de surestimer le nombre de germes pouvant être présents dans les échantillons :

Il est à noter que les échantillons de son sur les quelles les analyses microbiologiques ont porté, n'ont pas subi un broyage, c'est-à-dire que chaque échantillon de son a été mis tel quel en solution dans le diluant TSE annexe I.

On pèse alors, 25g de l'échantillon qu'on mélange à 225ml de diluant TSE dans un flacon stérile pour obtenir la solution mère de 250 ml est la dilution (10^{-1}). Le contenu du flacon est homogénéisé manuellement.

On nécessite pour la préparation des dilutions décimales trois tubes à essais dont chacun contient 9 ml de TSE .

Aseptiquement et à l'aide d'une pipette pasteur, on prélève 1 ml de la solution mère (10^{-1}) qu'on introduit dans le premier tube contenant le diluant TSE. On homogénéise et on obtient la dilution (10^{-2}) ,ensuite à partir de cette dilution, on prélève 1 ml qu'on introduit dans un deuxième tube, ceci nous donne la dilution (10^{-3}).

A partir des dilutions décimales allant de (10^{-3}) à (10^{-4}) , on effectue les analyses suivantes :

IV.1.3.2 .1 Recherche de la flore totale : (Norme NA. 758/ 1990)

a- Principe :

Les microorganismes aérobies et anaérobies facultatifs en se développant dans un milieu nutritif gélosé non sélectif à savoir: la gélose TGEA (Gélose glucose tryptonnée à l'extrait de levure), apparaissent sous forme de colonies lenticulaires, des levures et des moisissures peuvent également se développer.

b- Mode opératoire :

> Ensemencement :

- A partir des dilutions décimales allant de (10^{-1}) à (10^{-3}) préparées, prendre aseptiquement 1 ml dans une boîte de pétri vide préparée a cet usage et numérotées.

- Compléter ensuite avec environ 20 ml de gélose TGEA fondue à 45°C puis refroidie.
- Faire ensuite des mouvements de va-et-vient en forme de « 8 » pour permettre à l'inoculum de se mélanger si la gélose utilisée,
- Laisser solidifier sur paillasse, puis rajouter une deuxième couche d'environ 5 ml de la même gélose. Cette double couche à un rôle protecteur contre les contaminations diverses.

> Incubation :

Les boîtes seront incubées couvercles en bas à 30°C pendant 72 heures avec :

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

> Le Lecture :

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

> Dénombrement :

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

- ne dénombrer que les boîtes 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.

IV.1.3.2 Recherche des clostridium sulfito-réducteurs : (Norme AFNOR V08-019)

a- Principe :

La plupart des milieux de culture utilisés pour dénombrer les *clostridium perfringens* Utilisent leur propriété de sulfito-réduction. En effet, presque tous ces milieux contiennent des sulfites et des sels de fer, la réduction des sulfites génère le dégagement d'H₂S qui réagit avec les sels de fer pour former un précipité de sulfure de fer, noir, insoluble, qui se dépose autour des colonies, et permet ainsi de les caractériser.

b- Mode opératoire :

La figure (10) résume la technique de recherche des Clostridium sulfito-réducteurs dans les échantillons de son.

> Préparation du milieu :

- Au moment de l'emploi faire fondre un façon de gélose viande foie, le refroidir dans un bain d'eau à 45°C puis 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 .

> Ensemencement :

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

- d'abord à un chauffage à 80°C pendant 8 à 10 minutes puis à un refroidissement immédiat et brutal sous l'eau de robinet.

A partir de ces dilutions, porter aseptiquement 1 ml de chaque dilution en double, dans deux tubes à vis stériles, puis ajouter environ 15 ml de gélose viande foie prête à l'emploi, dans chaque tube .Enfin laisser solidifier sur pailasse pendant 30 minutes.

> Incubation:

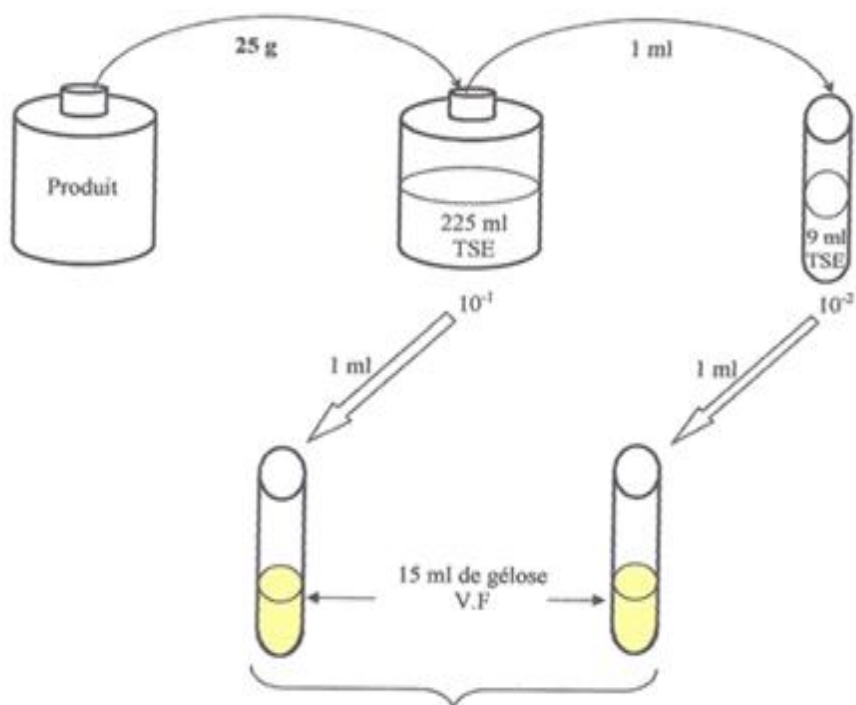
Les tubes ont été incubés à 37°C pendant 16, 24 ou au plus tard 48h.

> Lecture :

La première lecture doit se faire immédiatement à 16 heures, car :

- d'une part, les colonies de *Clostridium* sulfito-réducteur sont envahissantes et on se trouvait en face d'un tube complètement noir ce qui rend l'interprétation 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 caractéristiques, réincorporer les tubes et effectuer une deuxième lecture au bout de 24h voire 48h.



- Chauffage à 80°C, 8 à 10 minutes.
- Refroidissement brutal sous l'eau de robinet.
- Ajouter environ 15 ml de gélose VF fondue puis refroidie à $45 \pm 1^\circ\text{C}$.
- Laisser solidifier puis incuber à 37°C.
- Lecture à 16 - 24 puis 48 heures.

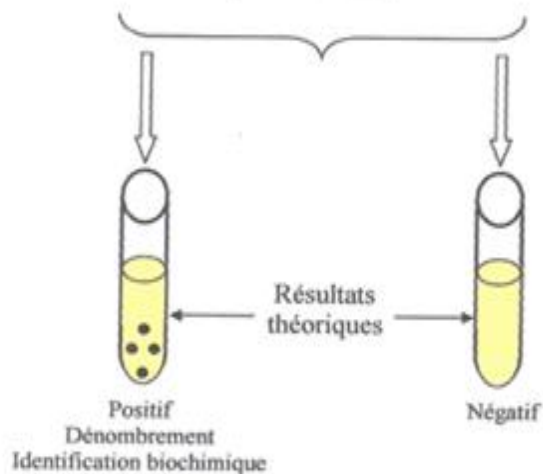


Figure 10 : Méthode de recherche des clostridium sulfite-réducteurs dans les échantillons.

IV.1.3.2.3 Recherche des coliformes : (Norme AFNOR V 08053, 1993)

- Recherche des coliformes :

a- Principe :

Les bactéries coliformes fermentent rapidement le lactose avec dégagement de gaz à 37°C pendant 48 heures. Cette fermentation n'est pas particulière à ce groupe de bactéries, elle est rendue plus sélective par l'utilisation d'un bouillon lactose au vert brillant (VBL +cloche).

b-Mode opératoire :

Le mode opératoire est illustré par la figure (11):

> Ensemencement :

On introduit 1ml de chacune des dilutions (10^1), (10^2) et (10^3) dans les tubes de milieu sélectifs avec cloche DURHAM. On réalise un triple ensemencement par dilution.

Lecture :

Un tube positif présente un trouble et du gaz dans la cloche. L'expression des résultats se fait par la méthode du (NPP) nombre le plus probable.

-Recherche des coliformes fécaux « Escherichia coli » :

a- Principe :

La recherche d'E. Coli s'effectue à partir des tubes ayant présenté un dégagement gazeux et un trouble microbien sur VBL + CLOCHE, lors de la recherche des coliformes.

L'eau peptonnée exempte d'indole (EPEI) (annexes I) est un milieu permettant de mettre en évidence la production d'indole après addition du réactif de KOVACS à 44°C en 48 heures.

- Mode opératoire :

> Ensemencement :

A partir des tubes de VBL+cloche positifs, on ensemence d'une part un autre tube de VBL avec cloche DURHAM, et d'autre part un tube d'eau peptonnée exempt d'indole, on réalise un triple ensemencement par dilution. Ces deux séries de tubes sont incubées à 44°C pendant 48 heures.

> Lecture :

La mise en évidence de l'indole se fait en ajoutant 0,5 ml de réactif de KOVACS (équivalent de 3 gouttes) dans les tubes. La réaction positive se traduit par l'apparition d'un anneau rouge à la surface du liquide. Les tubes sont considérés comme positifs s'il y a à la fois production d'indole et dégagement de gaz dans les cloches. L'expression des résultats se fait par la méthode du NPP.

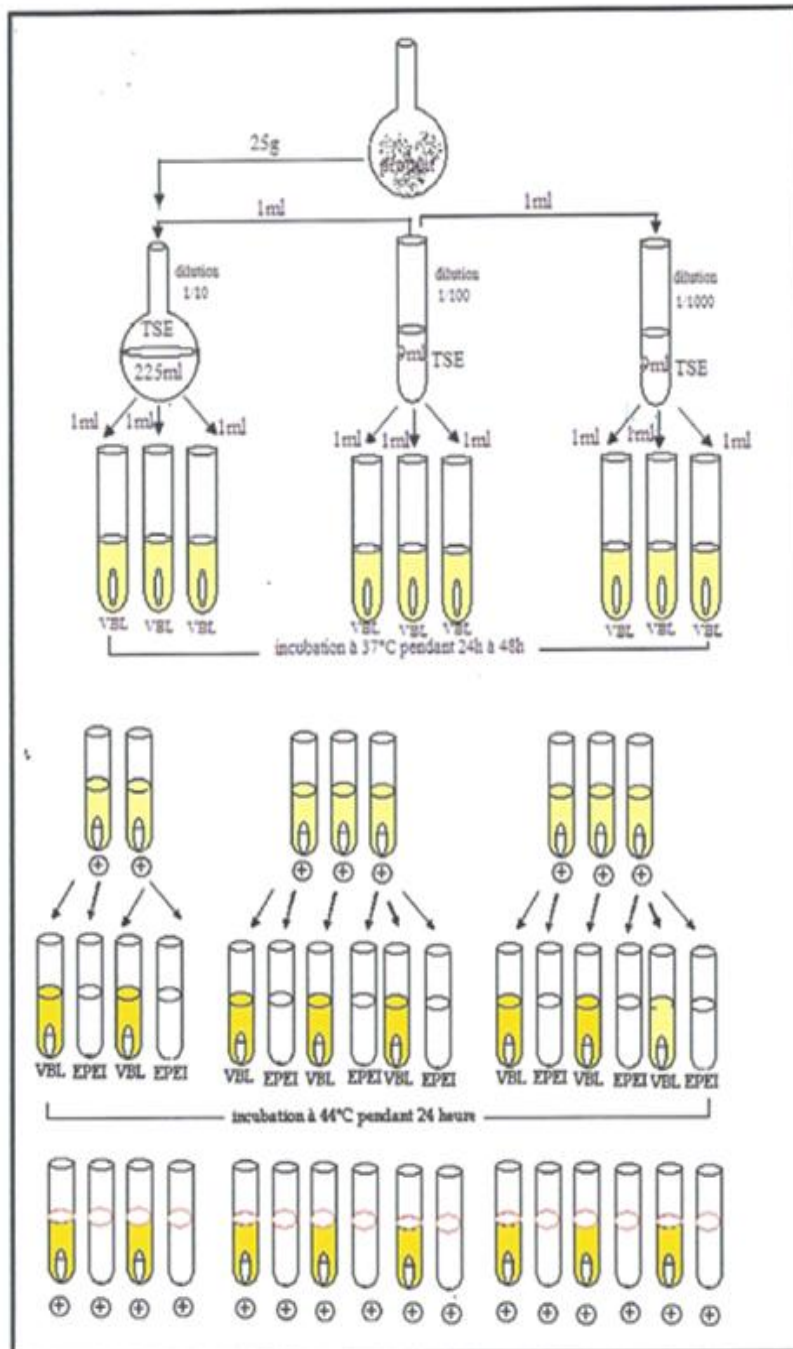


Figure n° 11 : Méthode de recherche des coliformes fécaux dans les échantillons du son

IV.1.3.2.4 Recherche de la flore fongique (levures et moisissures) (NA.758/1990)

a- Principe :

Le principe repose sur l'emploi d'un milieu de culture solide rendu sélectif par acidification et par addition d'un antibiotique qui est l'oxytétracycline.

b- Mode opératoire :

> Ensemencement :

A partir dilutions décimales préparées, (10^{-1}), (10^{-2}) et (10^{-3}) porter aseptiquement 4 gouttes par dilution sur une boîte de pétri contenant le milieu O.G.A (gélose glucosée à l'oxytétracycline) préalablement solidifié, puis les étaler à l'aide d'un râteau stérile en commençant par la plus grande dilution.

> Incubation :

L'incubation de ces boîtes se fait à 22°C donc à température ambiante, couvercle en haut, pendant 5 jours.

> Lecture :

La première lecture doit se faire à partir de la 48^{ème} h d'incubation.

Dénombrer les colonies de levures à part et les colonies de moisissures à part.

IV.2. Le produit fini (Le yaourt et le son de seigle) :

IV.2.1 Le yaourt (masse blanche)

L'étude a porté sur un yaourt semi fini qui s'appelle la masse blanche. Elle nous a été fournie par l'unité de Trèfle (Blida), le choix s'est porté sur le yaourt nature brassé. Il se justifie par :

- ✓ sa facilité de consommation par rapport au yaourt étuvé.
- ✓ l'absence des additifs alimentaires.
- ✓ la facilité de leur homogénéisation

IV.2.2 Le taux d'incorporation du son de seigle dans le yaourt:

Dans nos conditions expérimentales, nous avons procédé à l'incorporation du son de seigle dans le yaourt à différents taux (1, 3, 5, 7 et 9%) ;(Figure :12 ;13 ;14 ;15 ;16).



Figure n°12 : Photographie originale du yaourt enrichi en son de sigle à 1%(2012).



Figure n°13 : Photographie originale du yaourt enrichi en son de sigle à 3%(2012).



Figure n°14 : Photographie originale du yaourt enrichi en son de sigle à 5%(2012).



Figure n°15 : Photographie originale du yaourt enrichi en son de seigle à 7% (2012).



Figure n°16 : Photographie originale du yaourt enrichi en son de seigle à 9% (2012).

IV.2.2 Formulation :

Le yaourt est constitué par 95% de masse blanche et de 5% du son de seigle contenus dans un pot de 100g.

➤ **La composition du yaourt enrichis du son de seigle :**

- Poudre de lait : 142 g/l
- Eau traitée : 707 ml
- Saccharose : 100 g
- Ferments lactiques : 0,1 g/l
- Son de seigle 50 g/l

IV.2.3 Méthodes d'analyses

IV.2.3.1 Analyses physicochimiques

Le contrôle physicochimique a une grande importance car il peut détecter les différentes anomalies qui peuvent être présentes dans le produit .

Les analyses physicochimiques réalisées au niveau du laboratoire de l'unité Trèfle ont été portées sur la matière première et le produit fini .

IV.2.3.1.1 Matière première :

A. Eau de process

❖ Détermination du pH (AFNOR,1986).

Mode opératoire

Il s'agit fait plonger les deux sondes du pH-mètre dans notre produit, et lire directement la valeur indiquée par l'appareil du pH-mètre.

❖ Détermination de l'alcalinité (TA, TAC) de l'eau de process (AFNOR,1986).

Le titre alcalin ou TA mesure la teneur de l'eau en ions hydroxydes et de la demi-concentration en ions carbonates (Hakmi, 1994).

$$TA = [OH] + 1/2 [CO_3^{2-}]$$

Le titre alcalimétrique complet ou TAC correspond à la teneur de l'eau en alcalis libres ,la demi-concentration en ions carbonates et le bicarbonate.

$$TAC = [OH] + 1/2 [CO_3^{2-}] + [HCO_3^-]$$

Principe

La détermination de ces deux paramètres est basée sur la neutralisation d'un certain volume de l'eau par un acide minéral dilué, en présence d'un indicateur coloré.

Mode opératoire

❖ Détermination du TA (titre alcalimétrique)

- Dans un bécher, prélever 100mL d'eau à analyser.
- Ajouter 2 gouttes de phénol phtaléine (indicateur coloré).
- Une coloration rose doit se développer, dans le cas contraire (pas de coloration) la valeur de TA=0.
- Verser ensuite doucement l'acide sulfurique (cas de coloration rose) à l'aide d'une burette, en agitant constamment et ceci jusqu'à décoloration complète de la solution.

Expression des résultats

S'il n'y a pas de coloration, la valeur de TA=0,

Si non V, est le volume de l'acide sulfurique nécessaire pour la décoloration de la solution qui est exprimé en degré français (F°), ou V/5 exprime le titre alcalimétrique en milliéquivalent gramme par litre.

$$TA = V$$

TA : Le titre alcalimétrique exprime en degré français (F°).

V : le volume d'acide sulfurique en mL pour obtenir le virage.

❖ Détermination de TAC (titre alcalimétrique compte)

- Dans un bécher, prélever 100mL d'eau à analyser.
- Ajouter 2 gouttes de méthyle orange,
- Le titrer de nouveau avec l'acide sulfurique à 0,002 N jusqu' au virage du jaune au jaune orangé (pH = 4,3), soit V1 le volume l'acide sulfurique à 0,002 N versé depuis le début du dosage.

$$TAC = V1$$

Ou :

TAC : titre alcalimétrique compte en (F°).

V1 : volume de l'acide sulfurique en ml versé depuis le début du dosage.

Expression des résultats

Le résultat du TAC est donné par lecture directe sur la burette du volume de l'acide sulfurique utilisé pour titrage.

❖ Titre hydrométrique (TH.) (Lauze, 2002).

Le titre hydrométrique (TH) indique la teneur totale de l'eau en sel de calcium et magnésium, la dureté d'une eau est proportionnelle au nombre total d'atome de calcium et de magnésium qu'elle renferme .

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

Principe

Il consiste à doser un échantillon d'eau avec l'acide éthylène-diamine -tétra- acétique (EDTA) en présence de noir ériochrome comme indicateur coloré dans un milieu tampon.

Mode opératoire

- On prélève 100 ml d'eau à analyser et on la transfère dans un erlenmeyer de 250mL.
- Puis, on ajoute 10 ml de la solution tampon ammoniacal « pH= 10 ».
- Ensuite on additionne 2 gouttes de noir ériochrome :
- Si la coloration vire au bleu, TH= 0.
- Si la coloration vire vers le violet, on titre avec la solution EDTA (0,02N) jusqu' à coloration bleue.

Expression des résultats

Le volume de l'EDTA correspond au titre hydrométrique (TH) exprimé en degré français « °F ».

$$\text{TH (}^\circ\text{F)} = V$$

❖ Dosage de chlorure (Cl⁻) (Manuel TREFL ,2005).

Principe

Les chlorures sont dosés en milieu neutre par une solution titrée de nitrate d'argent en présence de chromate de potassium.

Le résultat est indiqué par l'apparition d'une couleur rouge caractéristique du chromate d'argent.

Mode opératoire

- Prélever 100 ml d'eau dans un bécher.
- Ajouter 4 à 5 gouttes de chromate de potassium(K₂CrO₄) : coloration jaune.
- Titrer la solution avec nitrate d'argent à (0,1N) jusqu'au virage du jaune au rouge brique.

Expression des résultats

La concentration en ions chlorés est donnée par les formules suivantes :

$$\text{Cl}^- (\text{mg} / \text{L}) = (V - 0,9) \times 35,5$$

V : volume de AgNO₃ (0,1N) qui sert au titrage.

0,9 : volume d'AgNO₃ (0,1N) nécessaire pour l'obtention de la même teinte rouge dans un essai à blanc avec 100 ml d'eau distillée.

35,5 : masse moléculaire du chlore.

❖ **Dosage de chlore libre (Cl₂) (Méthode par comparateur palintest)**
(Manuel TREFL ,2005).

Principe

Le comparateur palintest fonctionne avec des disques colorés interchangeables,

Il sert à comparer la couleur obtenue dans le test avec des cellules (couleurs) du disque coloré.

Mode opératoire

- Remplir l'échantillon dans un tube de 10ml puis ajouter la pastille DPD.
- Placer le tube traité sur le coté droit du compartiment au dos du comparateur.
- Placer un deuxième tube ne contenant que l'échantillon à analyser sur le coté gauche à fin de tenir compte de la couleur éventuelle de l'échantillon.
- Positionner face à une source de lumière blanche, et faire tourner le disque jusqu'à l'obtention de deux couleurs identiques.

Expression des résultats

Le résultat apparait directement dans le trou sur le devant du boitier.

B. La poudre de lait

❖ **Détermination de pH** (AFNOR ,1986)

Ces analyses se font de la même manière que celle de l'eau.

❖ **Détermination de l'acidité titrable** (AFNOR ,1969)

Principe

Il consiste à titrer l'acidité par l'hydroxyde de sodium en présence de phénolphtaléine comme indicateur limitant la neutralisation par changement de couleur.

Mode opératoire

- A l'aide d'une pipette de 10 ml on prélève 10 ml de l'échantillon à analyser (dans le cas de la poudre de lait, on dilue 2g de poudre dans 20 ml d'eau distillée).
- On ajoute deux gouttes de phénolphtaléine.
- Puis on titre avec la soude (N /9) jusqu' au virage au rose qui persiste environ 10 secondes.

Expression des résultats

L'acidité (A) est exprimée en degré Dornic , elle est donnée par la relation suivante :

$$A = 10 \cdot V$$

V : volume en ml de la solution sodique utilisé pour le titrage.

10 ml: la prise d'essai.

$$A = V/2$$

❖ Détermination de l'extrait sec total (AFNOR ,1970)

Principe

Il repose sur la dessiccation par évaporation de l'eau que contient l'échantillon à analyser sous l'effet d'une source de chaleur qui est la lumière de l'infrarouge.

Mode opératoire

La teneur en extrait sec total est déterminée par une méthode simple, rapide donnant des valeurs approximatives et répondant aux exigences de l'unité par la remise des résultats en espace de quelques minutes.

Elle répond au mode opératoire suivant :

- Peser 2 g du produit à analyser dans une coupelle en aluminium (ou inox).
- Puis étaler le à l'aide d'une spatule sur toute la surface de la coupelle, en faisant attention à ne pas toucher les bords.
- Mettre le tout dans un dessiccateur électronique afin d'absorber l'humidité et attendre 10 mn.

Expression du résultat

Après 10 mn, le résultat s'affiche directement sur l'écran de l'appareil en pourcentage massique de matière sèche par rapport au totale.

❖ Détermination de la matière grasse (AFNOR ,1976)

Principe

La détermination du taux de la matière grasse se fait selon la méthode de Gerber basée sur l'utilisation de l'acide sulfurique pour la dissolution des protéines et l'addition d'alcool iso-amylque pour la séparation de la matière grasse.

Mode opératoire

Dans le butyromètre on introduit :

- 10 ml de l'acide sulfurique.
- 10 ml d'eau distillée.
- 2,5 ml de la poudre de lait.
- 1 ml d'alcool iso-amylque.
- Fermer le butyromètre avec un bouchon propre et sec.

- Tourner le, 3 à 4 fois en position verticale, jusqu'à la dissolution des éléments de l'échantillon et enfin centrifuger à 1200 tours/mn pendant 5 mn à température de 55°C.

Expression du résultat

La teneur en matière grasse du produit exprimé en pourcentage massique est déterminée par l'expression suivante :

$$MG = n_1 - n_2$$

Ou :

- MG : Matière grasse en %.
- n_1 : Valeur atteinte par le niveau supérieur de la colonne grasse en %.
- n_2 : Valeur atteinte par le niveau inférieur de la colonne grasse en %.

❖ Détermination du taux d'humidité (AFNOR ,1970)

Mode opératoire

Elle se fait suite au calcul de l'EST dans un dessiccateur, suivant le mode opératoire précédemment décrit et est exprimée en pourcentage de masse et donnée par la formule suivante :

$$H\% = 100\% - EST$$

H% : teneur en eau en%.

EST : extrait sec total.

IV.2.3.1.2 ingrédient (Sucre) :

❖ Détermination du taux d'humidité de sucre

Elle se fait par la même méthode que celle de la poudre de lait.

IV.2.3.1.3 Le produit finis et la masse blanche :

❖ Détermination de pH

Ces analyses se font de la même manière que celle de l'eau.

❖ Détermination de l'acidité titrable

Elle se fait par la même méthode que celle de la poudre de lait

❖ Détermination de l'extrait sec total

Elle se fait par la même méthode que celle de la poudre de lait

❖ Détermination de la matière grasse (AFNOR ,1975)

Principe

La détermination du taux de la matière grasse se fait selon la méthode de Gerber basée sur l'utilisation de l'acide sulfurique pour la dissolution des protéines et l'addition d'alcool iso-amylque pour la séparation de la matière grasse.

Mode opératoire

- Introduire 10 ml d'acide sulfurique dans le butyromètre à l'aide d'un doseur, sans mouiller le col avec l'acide.
- Peser 10g de produit à analyser à l'aide d'une balance analytique, puis ajouter 10mL de l'eau distillée et mélanger bien.
- Ajouter 11ml du produit dilué au long des parois du butyromètre pour éviter la brulure du produit.
- Verser doucement à la surface 1mL d'alcool iso-amylque.
- boucher avec soin, puis secouer d'abord horizontalement le butyromètre initialement maintenu dans une position verticale.
- Secouer le butyromètre à plusieurs reprises afin de rendre le liquide homogène.
- Maintenir le butyromètre (lorsque le lait est complètement dissout) de façon que le bouchon vers le haut et attendre que le mélange est entièrement rempli l'ampoule terminale.
- Mettre le butyromètre dans une centrifugeuse réglée à 1200 tours/mn pendant 5 mn à température de 55°C.
- Retirer le butyromètre de la centrifugeuse et ajuster le bouchon si nécessaire pour ramener la colonne de la matière grasse dans la partie graduée.

Expression du résultat

La teneur en matière grasse du produit exprimé en pourcentage massique est déterminée par l'expression suivante :

$$MG = n_1 - n_2$$

Ou :

MG : Matière grasse en %.

n_1 : Valeur atteinte par le niveau supérieur de la colonne grasse en %.

n_2 : Valeur atteinte par le niveau inférieur de la colonne grasse en %.

IV.2.3 .2 Analyses microbiologiques

Nous avons procédé à :

La recherche et le dénombrement des germes indicateurs de la contamination fécale tels que *les coliformes fécaux et totaux*.

- la recherche et le dénombrement des germes *aérobies mésophiles* et les *Streptocoques fécaux* ;
- la recherche des germes pathogènes tels que les *Staphylococcus aureus*, les *Clostridium sulfitoréducteur* et les *salmonelles* ;
- la recherche des levures et moisissures ;

L'ensemble des analyses microbiologiques effectuées sur la matière première (la poudre de lait et l'eau de process) , le sucre et le produit fini sont résumés dans le tableau VI :

Tableau VI : Les germes recherchés dans la poudre de lait, le sucre, le produit fini et l'eau de process.

Produit	Germes recherchés	Milieu de culture utilisé*	Incubation
• Poudre de lait	<i>Germes aérobies mésophiles totaux</i>	PCA	30°C / 72h
	<i>Coliformes totaux</i>	VRBL	37°C / 24h à 48h
• Sucre	<i>Coliformes fécaux</i>	VRBL-Eau peptoné kovacs	44°C / 24h à 48h
	<i>Staphylococcus aureus</i>	Giolitti Chapman Cantonii,	37°C / 24h à 48h
	<i>Clostridium sulfitoréducteur</i>	VF	37°C / 24h à 48h
• Produit fini	<i>Salmonelles</i>	SFB (Enrichissement)-Hektoène	37°C / 24h à 48h
	Levures et moisissures	Sabouraud	20°C / 5j
	• Eau de Process	<i>Germes aérobies mésophiles totaux</i>	PCA
<i>Coliformes totaux</i>		BCPL	37°C / 24h à 48h
Coliformes fécaux		BCPL + Schubert	44°C / 24h à 48h
<i>Clostridium sulfitoréducteur</i>		VF	37°C / 24h à 48h
<i>Streptocoques fécaux</i>		Rothe + milieu Eva-Litsky	37°C / 24h

*Annexes I.

IV.2.3.2.1 Matière première

IV.2.3.2.1.1 L'eau de process

IV.2.3.2.1.1 Recherche et dénombrement des germes aérobies mésophiles totaux à 22°C et à 37°C

Principe (Bontoux, 1993).

La recherche et le dénombrement des germes aérobies mésophiles totaux dans l'eau se réalisent à deux températures différentes afin de cibler à la fois les micro-organismes à tendance psychrophiles soit à 20°C et ceux franchement mésophiles soit à 37°C.

Mode opératoire

- A partir de l'eau du process à analyser, prendre aseptiquement 2 fois 1 ml dans deux boîtes de Pétri vides préparées à cet usage et numérotées comme l'indique la figure n°05.
- Compléter ensuite chacune des boîtes avec 20 ml environ de gélose PCA (Plate Count Agar) préalablement fondue et refroidie.
- Faire ensuite des mouvements circulaires en forme de « 8 » et de va-et-vient pour permettre le mélange de l'inoculum à la gélose
- Laisser solidifier sur paillasse.

Incubation

- La première boîte sera incubée, couvercle en bas à 22°C, pendant 72 heures.
- La seconde sera incubée, couvercle en bas à 37°C, pendant 72 heures.

Lecture

Les germes aérobies mésophiles se présentent dans les deux cas sous forme de colonies lenticulaires poussant en masse.

Dénombrement

Il s'agit de dénombrer toutes les colonies, en tenant compte de deux remarques suivantes :

- 1- Ne dénombrer que les boîtes contenant 15 et 300 colonies.
- 2- Le résultat sera exprimé en UFC par millilitre d'eau analysée à 22° et à 37°C.

IV.2.3.2.1.2 Recherche et dénombrement des Coliformes totaux et fécaux(NFV08-016(1991)750 4831)

Principe

La recherche et le dénombrement des *Coliformes* dans l'eau, se font en milieu liquide sur BCPL (Bouillon Lactosé au pourpre de promocrésol) de couleur violet par la technique du NPP (Nombre le plus probable).

La technique en milieu liquide fait appel à deux tests consécutifs :

- **Le test de présomption**

Il est réservé à la recherche des *coliformes* totaux.

- **Le test de confirmation**

Appelé encore test de Mac Kenzie, réservé à la recherche des *coliformes* fécaux à partir des tubes positifs du test de présomption.

Mode opératoire

Selon Guiraud, 1998 et Rodier, 1996, la technique de recherche et dénombrement des *coliformes* totaux et fécaux dans l'eau est la suivante :

- **Le test de présomption**

A partir de l'eau du process à analyser, porter aseptiquement :

- Un flacon contenant 50 ml de BCPL (D/C) + la cloche de Durham par 50 ml d'échantillon à analyser.
- 5 tubes contenant chacun 9 ml de BCPL (D/C) + la cloche de Durham par 10 ml d'échantillon à analyser.
- 5 tubes contenant chacun 9 ml de BCPL (S/C) + la cloche de Durham par 1 mL d'échantillon à analyser.

Homogénéiser et incuber les tubes dans une étuve à 37°C pendant 24 à 48h.

Lecture

Sont considérés comme positifs les tubes présentant à la fois :

- Un dégagement gazeux (supérieur au 1/10^{ème} du volume de la cloche).
- Un trouble microbien accompagné d'un virage du milieu au jaune (ce qui constitue le témoin de la fermentation du lactose présent dans le milieu).

La lecture finale se fait selon les prescriptions de la table du NPP qui figure en annexe II.

Le test de confirmation ou test de Mac Kenzie

Le test de confirmation ou test de Mac Kenzie est basé sur la recherche des *coliformes* thermotolérants parmi lesquels on redoute surtout la présence d'*Escherichia coli*.

Les *coliformes* thermotolérants ont les mêmes propriétés de fermentation que les *coliformes* mais à 44°C.

Escherichia coli est un coliforme thermotolérant qui entre autre produit de l'indole à partir du tryptophane à 44°C.

Les tubes de BCPL trouvés positif lors du dénombrement des *coliformes* totaux feront l'objet d'un repiquage à l'aide d'une anse bouclée dans un tube contenant le milieu de Schubert muni d'une cloche de Durham.

Homogénéiser et incuber les tubes dans une étuve à 44°C pendant 24 à 48h.

Lecture

Sont considérés comme positifs les tubes présentant à la fois :

- Un dégagement gazeux,
- Un anneau rouge en surface, témoin de la production d'indole par *Escherichia coli*

Après adjonction de 2 à 3 gouttes du réactif de Kovacs.

La lecture finale s'effectue également selon les prescriptions de la table du NPP qui figure en annexe II.

IV.2.3.2.1.3 Recherche et dénombrement des Streptocoques fécaux

Principe

La technique de numération des *Streptocoques* est basée sur la succession d'un milieu sélectif présomptif (milieu Rothe) et d'un milieu sélectif de confirmation (milieu liquide de Litsky et au cristal violet).

Mode opératoire

D'après Rodier, 1996, cette recherche est réalisée en deux tests :

- **Le test de présomption**

L'ensemencement se fait par une série de tubes :

- 50 ml d'eau à analyser dans 50 ml de Rothe D/C.
- 5 tubes contenant 10 ml d'eau à analyser dans 10 ml de Rothe D/C.
- 5 tubes contenant chacun 1 ml d'eau à analyser additionnés à 9 ml de milieu Rothe S/C, comme l'indique la figure n° 07_a.
- Incuber à 37°C pendant 24 à 48h.

Lecture

Sont considérés comme positifs les tubes présentant un trouble microbien.

- **Le test de confirmation**

Le test de confirmation est basé sur la confirmation des *Streptocoques fécaux* éventuellement présents dans le test de présomption.

Les tubes de Rothe trouvés positifs feront donc l'objet d'un repiquage à l'aide d'une anse bouclée dans un tube contenant le milieu Eva Litsky ;

Bien mélanger le milieu et l'inoculum.

L'incubation se fait 37°C pendant 24h.

Lecture

Sont considérés comme positifs les tubes présentant à la fois :

- Un trouble microbien,
- Une pastille violette (blanchâtre) au fond des tubes.

La lecture finale s'effectue également selon ses prescriptions de la table du NPP.

IV.2.3.2.1.4 Recherche et dénombrement des Clostridium sulfito-réducteur

Principe

Les anaérobies sulfitoréducteur (ASR) se présentent sous forme de bactéries Gram positif, se développent en 24h jusqu'à 48 heures sur une gélose viande foie en donnant des colonies typiques réduisant le sulfite de sodium (Na_2SO_3) qui se trouve dans le milieu, en sulfure qui en présence de Fe^{2+} donne FeS (sulfure de fer) de couleur noire.

Mode opératoire

- A partir de l'eau du process à analyser prendre 25 ml dans un tube stérile, qui sera par la suite soumis à l'échauffement à 80 °C pendant 8 à 10 minutes, dans le but de détruire toutes les formes végétatives des ASR éventuellement présentes :
- Après chauffage ; refroidir immédiatement le tube en question, sous l'eau du robinet.
- Répartir ensuite le contenu de ce tube, dans 4 tubes différents et stériles, à raison de 5 mL par tube .
- Ajouter environ 18 à 20 ml de gélose VF, fondue puis faire refroidir à 45°C.
- Mélanger doucement le milieu et l'inoculum en évitant les bulles d'air et en évitant l'introduction d'oxygène.
- Laisser solidifier sur la paillasse pendant 30 minutes environ, puis incuber 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 ASR sont envahissantes, auquel cas on se trouverait en face d'un tube complètement noir rendant ainsi l'interprétation difficile voir impossible.
- La deuxième lecture se fait après 24 heures.
- La dernière et la troisième après 48 heures.
- Dénombrer les colonies caractéristiques de couleur noire et de 5 mm de diamètre.
- Le résultat est exprimé en nombre de spores / 20 ml d'eau à analyser.

IV.2.3.2.1.2 La poudre de lait, le sucre et le produit fini:

• Préparation de la solution mère

- Introduire aseptiquement 25g de produit à analyser à l'aide d'une pipette en verre graduée et stérile dans un flacon stérile contenant au préalable 225 ml de TSE (Tryptone, Sel, Eau).
- Homogénéiser par des mouvements de va et vient pendant 3 à 5 minutes, afin d'obtenir une suspension homogène.

Cette suspension correspond à la dilution (10^{-1}).

• Préparation des dilutions décimales

- A partir de la solution mère (10^{-1}) prélever aseptiquement à l'aide d'une pipette graduée un volume de 1 mL et l'introduire dans un tube stérile contenant 9 ml de TSE.
- Homogénéiser pour obtenir la dilution (10^{-2}).
- Prélever ensuite aseptiquement 1 ml de la dilution précédente (10^{-2}) qu'on introduit dans un autre tube stérile contenant de TSE.
- Bien homogénéiser pour obtenir la dilution (10^{-3})

IV.2.3.2.1.2.1 Recherche et dénombrement des germes aérobies mésophiles totaux (Bourgeois, 1980).

La microflore aérobie mésophile totale est l'ensemble des micro-organismes aptes à se multiplier à l'air et aux températures moyennes, plus précisément ceux dont la température optimale de croissance est située entre 25° et 40°C.

On peut dire que le dénombrement de la flore totale reste la meilleure méthode d'appréciation de la qualité microbiologique générale des aliments

Principe

Le dénombrement des germes aérobies mésophiles est réalisé sur gélose PCA par un ensemencement en masse, et comptage des colonies lenticulaires obtenus.

Mode opératoire

- A partir des dilutions décimales allant de (10^{-3}) à (10^{-1}), porter aseptiquement 1 ml dans chacune des boîtes de Pétri vides préparées à cet usage et numérotées, puis ajouter environ 15 ml de gélose PCA préalablement fondue et maintenue en surfusion.
- Faire ensuite des mouvements circulaires en forme de « 8 » et de va-et- vient, pour permettre le mélange de l'inoculum à la gélose utilisée, laisser les boîtes solidifier sur la paillasse environ 30 mn .
- Les boîtes sont incubées couvertes en bas de 30°C pendant 24 à 48 heures jusqu'à 72 heures.

Lecture

A près 24 h d'incubation, dénombrer les colonies lenticulaires en masses (blanchâtres).

- Dénombrement

La lecture s'effectue par comptage visuel.

Le dénombrement est effectué seulement sur les boîtes contenant entre 30 à 300 colonies et le résultat final est exprimé en UFC / g de produit analysé.

IV.2.3.2.1.2.2 Recherche et dénombrement des Coliformes totaux et fécaux

Ce groupe contient toutes les bactéries aérobies ou anaérobies facultatives, gram négatif, asporulées, en forme de bâtonnets, mobiles ou non.

Ces bactéries disposent d'un métabolisme respiratoire et fermentaire les rendant capables de fermenter le lactose en produisant de l'acide et du CO₂ à 35°C.

Principe (Guiraud, 1998).

Sur le gélose VRBL (Gélose Lactose au Biliée Cristal Violet et au Rouge neutre), le développement de la plupart des bactéries n'appartenant plus à la famille des entérobactéries est inhibé par le cristal violet et les sels biliaires.

La fermentation du lactose est mise en évidence par le virage de l'indicateur au rouge.

Mode opératoire

- A partir des dilutions décimales (10^{-3}) à (10^{-1}) porter aseptiquement 2 fois 1ml de chaque dilution dans deux boîtes de Pétri vide préparées à cet usage .
- Compléter ensuite chaque boîte avec 15 ml de gélose VRBL préalablement fondue et refroidie.
- Faire ensuite des mouvements circulaires en forme de « 8 » et de va-et- vient pour bien mélanger la gélose à l'inoculum.
- Laisser solidifier les boîtes sur la paillasse.
- Les boîtes seront donc incubées couvertes en bas pendant 24 à 48 h à :
 - *37°C pour la première série qui servira à la recherche des *coliformes* totaux.
 - *44°C pour la deuxième série qui servira à la recherche des *coliformes* fécaux.

Lecture

On va dénombrer les boîtes contenant entre 30 et 300 colonies de couleur rouge foncé, brillantes de 0,5mm de diamètre.

En fin, multiplier le nombre trouvé par l'inverse de la dilution.

IV.2.3.2.1.2.3 Recherche et dénombrement des *Clostridium sulfitoréducteur* (NF, 1982)

Mode opératoire

- A partir des dilutions (10^{-2}) et (10^{-1}) on prépare 2 tubes stériles contenant chacun 1 ml.
- Mettre les tubes au bain thermostaté réglé à 80°C pendant 10 mn et les refroidir immédiatement sous courant d'eau .
- Verser dans chacun des 2 tubes 15 ml de la gélose VF additionnée d'alun de fer et d'une ampoule de sulfite de sodium.
- Homogénéiser sans introduire des bulles d'air.
- Laisser solidifier sur la paillasse puis les incuber à 37°C pendant 24 à 48 h.

Lecture

Les colonies, dans la profondeur de la gélose, en anaérobiose, entourées d'un halo noir (réduction des sulfites en sulfure et précipitation du sulfure de fer) sont des colonies correspondant aux spores thermorésistantes d'ASR.

Le résultat exprimé en nombre de spores / mL.

IV.2.3.2.1.2.4 Recherche et dénombrement des *Staphylococcus aureus* (NF V08-013(1994).

Les *Staphylococcus aureus* se présentent sous forme de cocci, en grappe de raisin, se sont des bacilles gram positifs, possèdent une catalase (+), coagulase (+), se sont des germes pathogènes, toxinogènes que l'on trouve particulièrement dans le pus, le germe n'est pas thermostable, mais sa toxine est thermostable.

Principe

L'enrichissement sur milieu Giolitti Cantonii (GC) permet une vérification idéale des souches stressées par la réduction de téllurite de potassium en tellure responsable de la coloration noire, de plus le téllurite de potassium à un effet inhibiteur sur les autres germes.

L'isolement sur le milieu Chapman sélectionne les *Staphylococcus aureus*.

Sa teneur élevée en chlorure de sodium, permet inhibition des autres germes.

La fermentation du mannitol est mise en évidence par le virage du rouge de phénol au jaune.

Mode opératoire

- A partir des dilutions décimales (10^{-3}) à (10^{-1}), porter aseptiquement 1 ml par dilution dans un tube à vis stérile.
- Ajouter par la suite environ 15 ml du milieu d'enrichissement GC, auquel est ajouté du téllurite de potassium.
- Bien mélanger le milieu et l'inoculum .
- Les tubes sont incubés à 37°C pendant 24 à 48 h.

Lecture

Seront considérés positifs, les tubes ayant virés au noir.

Pour s'assurer qu'il s'agit bien d'un développement de *Staphylococcus aureus*, ces tubes feront l'objet d'une confirmation par isolement sur gélose Chapman préalablement fondue, coulée en boîte de Pétri séchée.

Les boîtes de Chapman ainsiensemencées seront incubées à leur tour à 37°C pendant 24 à 48 h.

Après ce délai, repérer les colonies suspectes à savoir les colonies de tailles moyennes, lisses, brillantes, pigmentées en jaune, entourées d'un halo jaune.

IV.2.3.2.1.2.5 Recherche et dénombrement des Salmonelles NF V08-013(1993).

Les *salmonelles* sont des entérobactéries qui se présentent sous forme de bacilles gram (-), ne fermentent pas le lactose, mais fermentent le glucose avec production de gaz et H₂S ;

Principe (Bourgeois, 1989).

Les *salmonelles* sont des bactéries difficiles à isoler, vu leur nombre, pour cela leur recherche nécessite le passage par de différentes étapes ;

D'abord un pré-enrichissement puis un enrichissement sur le milieu sélectif, et à fin isolement sur milieu Hektoen .

Mode opératoire

La de *salmonella* comporte plusieurs étapes qui sont les suivantes :

Etape 1: Pré-enrichissement

Il consiste à préparer une suspension mère en prélevant 25g de produit à analyser que l'on introduit dans 225 ml d'eau peptonée tamponnée (EPT). Cette dernière sera incubée à 37°C pendant 18 à 20 heures .

Etape 2 : Enrichissement primaire

On ensemence 10 ml du milieu de pré-enrichissement dans 100 ml du milieu liquide SFB D/C (+additif SFB) qui sera incubé à 37°C pendant 24 h.

La présence des salmonelles se traduit par un virage de la solution au rouge brique.

Etape 3: Enrichissement secondaire et isolement sur Héктоén

Cette étape permet d'une part ; l'isolement du milieu d'enrichissement primaire dans une gélose Héктоén, d'autre part un second enrichissement consiste à ensemencer 0,5 ml du milieu d'enrichissement primaire dans un bouillon sélénite cystine contenue dans un tube de 10 ml et l'incubation se fait à 37°C pendant 24 heures.

Etape 4 : Isolement sélectif

A partir du milieu d'enrichissement secondaire, un second isolement est réalisé sur gélose Héктоén et une lecture de la boîte incubée la veille.

La boîte ensemencée est incubée à 37°C pendant 24 heures.

Les colonies de salmonella se présentent sous forme de colonies gris bleu, gris vert, bleu vert avec ou sans centre noir.

IV.2.3.2.1.2.6 Recherche et dénombrement des levures et moisissures

Principe (Guiraud, 1998).

Les levures et moisissure sont des microorganismes qui, après ensemencement en surface sur le milieu inhibiteur pour les bactéries (gélose Sabouraud au chloramphénicol) forment des colonies après une incubation à 20 - 25°C pendant 5 jours .

Mode opératoire

- A partir des dilutions décimales allant de (10^{-3}) à (10^{-7}) ; porter aseptiquement 4 gouttes dans chacune des 3 boîtes de Pétri contenant la gélose Sabouraud au chloramphénicol.
- Etaler les gouttes à l'aide d'une pipette râteau stérile, puis incuber les boîtes à couvercle en haut à 22°C pendant 5 jours.

Lecture et interprétation

Dans le souci de ne pas se trouver en face de boîtes envahies soit par les levures soit par les moisissures, on doit effectuer des lectures et des dénombrements tous les jours ; levures à part et les moisissures à part.

Les colonies des levures ressemblent aux colonies bactériennes, elles sont de consistance crémeuse, ronde ou ovale et souvent opaque.

Les moisissures sont pigmentées à aspect velouté et duveteux.

Etant donné qu'on a pris 4 gouttes de la dilution décimale, et qu'on considère que 1 ml est l'équivalent à 20 gouttes ;

Pour revenir donc à 1 ml, il faut multiplier par l'inverse de la dilution, puis faire la moyenne arithmétique des différentes boîtes et exprimer le résultat final par millilitre de produit analysé.

Etaler les gouttes à l'aide d'une pipette râteau ; Incuber à 22°C pendant 5 jours, avec lecture tous les jours.

IV.2.3 .3 Analyses organoleptiques

Les dégustateurs sont de deux sexes, d'âge différent et sont tous des étudiants ou des techniciens dans le domaine de contrôle de qualité.

Ainsi chaque dégustateur donne son jugement séparément des autres, le jugement final porté sur le tableau des résultats est celui mis par la majorité.

Pour cela un formulaire a été proposé pour l'examen organoleptique ou la distribution des notes est effectuée selon une échelle de 1 à 4 pour donner une appréciation du produit qui nous a été donné par la laiterie trèfle..

L'évaluation des paramètres organoleptiques est une condition très importante pour l'acceptabilité d'un produit. L'analyse physicochimique d'un produit est bien évidemment incontournable. Néanmoins, elle est insuffisante pour refléter ce que perçoit le consommateur sur le plan sensoriel (Luquet et Corrieu, 2005).

L'analyse organoleptique c'est faite par un test de dégustation au biais d'un jury formé de 30 personnes d'âge et de sexe différent. Chaque dégustateur donne son jugement séparément des autres et porte son avis sur une fiche de dégustation (Figure n°16) annexes II, qui classe les paramètres : Couleur, odeur, texture, aspect, goût et appréciation globale, sur une échelle de 1 à 5, selon les exigences internes de TREFLE.

Partie(2) : Matériel clinique

-Lieu de stage :

La partie clinique s'est déroulée dans un cabinet médical de gastro-entérologie situé à BOUFARIK (Blida).

-Produits utilisés :

Deux types de produits sont mis en évidence :

Yaourt au son de seigle :

Il s'agit du yaourt nature enrichi en son de seigle livré en bouteille en plastique d'un litre

Son de seigle :

IL s'agit de son de seigle pasteurisé, il a été donné aux patients par sac alimentaire de 200g

IV.1.Sélection de l'échantillon :

Le recrutement des sujets malades a été réalisé par le médecin spécialiste traitant en gastroentérologie .Il s'agit de 12 patients colopathes de sexe et d'âge différents n'ayant pas de pathologies associées digestives , cardiaque ou autre

La répartition des sujets colopathes à été établis comme suit : tableau (VII)

Classes d'âge 1 : colopathes < 30 ans

Classes d'âge 2 : colopathes entre 30-40 ans

Classes d'âge 3 : colopathes entre 40-50 ans

Classes d'âge 4 : colopathes > 50 ans

Cette étude consiste à étudier d'une part l'effet du son de seigle dans le yaourt brassé et d'autre par l'effet du son de seigle tel quel chez des sujets atteints de TFI (trouble fonctionnels intestinaux) .

Tableau VII : Représentation des caractéristiques de l'échantillon

Patients	Classe	Age	Sexe
1	CL4	60	M
2	CL3	45	F
3	CL3	42	F
4	CL1	16	F
5	CL3	50	F
6	CL3	48	M
7	CL3	46	M
8	CL2	38	M
9	CL1	21	M
10	CL2	40	F
11	CL4	59	F
12	CL3	49	F

IV.2.Diagnostic des patients :

Le suivi des patients a été réalisé dans une clinique privée sur 60 jours , partagés en deux périodes ;30 jours chaque une ; avec un intervalle libre de 15 jours entre les 2 périodes .

- ❖ **La première période (30 jours)** : administration du yaourt enrichi en son tel quel de seigle .
- ❖ **Deuxième période (30 jours):** administration du son de seigle tel quel.

Sachant que la dose incorporée du son de seigle dans le yaourt est de 5g. Cette même de forme de son de seigle tel quel , a été administrée à la 2^{ème} période à l'ensemble des patients colopathes

IV.3.Le suivi clinique : .

La sélection des patients constipés a été faite quant le nombre des selles est inférieur d'une fois par quatre jours ,et on a pris en considération la fidélité et le sérieux, des patients et bien sur on a les sensibilisé sur l'importance de cette étude .

Le gastroentérologue diagnostique les troubles fonctionnels intestinaux ,(Constipation, Les douleurs, les ballonnements, l'émission des gaz),

L'évaluation des symptômes a été noté sur des fiches cliniques(annexes II)

- ✚ **La constipation** : la constipation est déterminé par
 - 0 : Présence des selles moins de trois jours(72heures) .
 - 1 : Absence des selles plus de trois jours .
- ✚ **Les douleurs** : les douleurs sont déterminées selon trois propositions .
 - 0 : Pas de douleurs
 - 1 : Douleurs modérées
 - 2 : Douleurs intenses
- ✚ **Les ballonnements** : les ballonnements sont déterminés par :
 - 0 : Pas des ballonnements
 - 1 : ballonnements modérées
 - 2 : ballonnements intenses
- ✚ **L'émission des gaz** : les gaz sont déterminés selon les trois propositions suivantes :
 - 0 : Pas d'émission des gaz ou bien blocage.
 - 1 : Émission des gaz modéré
 - 2 : Forte émission des gaz

IV.4. Posologie

Pendant la première période tous les patients doivent prendre deux pots de yaourt par jour, un après le dîner et l'autre après le repas, et selon notre plan expérimental la deuxième période nécessite de prendre 10 g de son de seigle seul par jour ; 5g après le dîner et l'autre 5g après le repas.

IV.5. Le contrôle des patients

Le contrôle des colopathes s'est fait comme suit :

La première période : administration du yaourt

a- La première phase (J0) :

Elle correspond au recrutement des patients et évaluer l'état initial clinique des TFI de chaque patient et administrer le yaourt.

b- La deuxième phase:(J0-J30)

Cette phase correspond à convoquer l'ensemble des patients chaque dix (10) jours pour :

- Évaluation des symptômes de TFI ;
- Remplir les fiches cliniques ;
- Fourniture de yaourt.

Après une période de repos de 15 jours

La deuxième période : Consommation de son de seigle tel quel.

a-La première phase (J0) :

Cette phase correspond à convoquer l'ensemble des patients afin de les informer de remplacer le yaourt par le son de seigle tel quel et réévaluer l'état initial de TFI pour chaque patient.

b-La deuxième phase (J0-J30)

Cette phase correspond à convoquer l'ensemble des patients chaque 10 jours pour :

- Évaluation des symptômes de TFI ;
- Remplir les fiches cliniques
- Fourniture et prise de 5g de son de seigle stérilisé pour chaque patient (comme expliqué précédemment) .

IV.6. Analyses statistiques

IV.6.1. Analyses de la variance (SYSTAT vers. 12, SPSS 2009) Analyses de la variance (SYSTAT vers. 12, SPSS 2009)

Nous avons réaliser l'analyse de variance pour étudier les variations entre les différents paramètres étudiés (Temps , Age Sexes, Classe Aliments, Constipation, douleur, ballonnement, émission des gaz et aspect des selles) .

Nous avons utilisé le modèle linéaire globale (GLM), pour connaitre explicitement l'effet d'un facteur indépendamment.

Partie(1) : Comportement technologique

V-1 Résultats d'analyses du son de seigle

V-1-1 Bilan de la première transformation du seigle

Le taux d'extraction obtenu lors de la mouture du seigle est indiqué dans le tableau -VIII-

Tableau- VIII- : Bilan de la mouture de seigle

Céréale	farine (Kg)	Son (Kg)	Remoulage (Kg)
30 Kilos de grain de seigle.	22	8,6	1



Figure -17- : Photographie originale de son de seigle (2012)

V-1-2 Caractéristiques physico-chimiques du son de seigle tel quel

Les résultats d'analyses physico-chimiques du son de seigle figurent dans le tableau IX:

Tableau-IX- Les résultats d'analyses physico-chimiques de son de seigle avant pasteurisation

Composants en% de MC	Teneur moyenne
Teneur en eau	14,76± 0,48
Cendres	2,82± 0,58
Acidité grasse	0,005±0,001
Teneur en protéine	17±0,35
Matière grasse	3,315± 0,25
Cellulose brute	7,42± 0,29

V-1-2-1 Teneur en eau :

Godon et Willm (1998) définissent la teneur en eau comme étant la quantité en grammes d'eau rapportée à 100 g de substance sèche (teneur en eau en % M S). Elle nous permet donc, de ramener tous nos résultats à, une même échelle de grandeur à savoir la matière sèche.

Le dosage de l'humidité permet de statuer sur les risques d'altération lors du conditionnement et du stockage des aliments. C'est un facteur crucial dans l'évolution des phénomènes biologiques notamment la prolifération des microorganismes (Feillet, 2000).

Le son sur le quel nous avons travaillé présente une humidité de 14,76% ,(tableau-IX-).

D'après Kiger (1967), l'humidité du son des céréales varie entre 12 et 16%, ceci implique que notre échantillon a une teneur en eau normale.

V-1-2-2 Teneur en cendres :

Le résultat obtenu montre que la teneur en matière minérales est de l'ordre de 2,82%,(tableau-IX-) une valeur inférieure à celle trouvée par(KOUIDRI, 1998)3,14 et à

celle de SOUCI et al ,(1994) soit 2,90% .Ce taux de cendres varie avec les différentes parties du grain (CALVEL,1975).Il est plus élevé dans le germe et varie avec les différentes parties du grain (CALVEL,1975).Il est en fonction du type de sol ,des conditions de cultures ,des engrais utilisés et de la variété (MOULE ,1980).

Il est à signaler que les cendres totales ne recouvrent pas rigoureusement la somme pondérale des sels minéraux contenus dans les sons céréaliers, car un grand nombre des sels minéraux sont détruits, modifiés ou se volatilisent à la température d'incinération (900°C). C'est pour cette raison qu'on peut estimer des teneurs en éléments minéraux beaucoup plus élevées aux valeurs trouvées (Sabegh et Tsouri, 2006).

V-1-2-3 Acidité grasse :

L'acidité grasse du son de seigle est de l'ordre de 0,035(Tableau IX). Elle reste conforme aux normes car, on admet un taux maximal d'acidité de 0,050g d'H₂SO₄ pour 100 g de M.S.

Par contre, un chiffre supérieur à 0,050 s'avère un indice d'altération (Chasseray, 1991).

Sous l'action des lipases, les lipides s'hydrolysent en acides gras et alcools. En général, l'activité des lipases est faible au début du stockage puis augmente après plusieurs mois.

En présence de l'oxygène de l'air, les acides gras libres vont s'oxyder et donner naissance à des produits nauséabonds typiques du rancissement qui altèrent la qualité du produit donc, la détermination de l'acidité grasse nous renseigne sur l'état de la conservation du produit (Kallache et Mazighi, 2010).

V-1-2-4 Teneur en matières grasses :

Le dosage de la matière grasse a pour but de déterminer la proportion des lipides totaux que renferment le son analysé et ses conditions de conservation.

Dans notre cas, le taux de lipides trouvé est de 3,315 %.

La matière grasse peut être élevée dans les céréales à cause:

- des fragments de germe (naturellement riche en lipides) non séparés lors de la mouture.
- du taux d'extraction élevé car il enrichi les sous produits de mouture en tégument séminal riche en lipides.

V-1-2-5 Teneur en protéines du son de seigle :

La teneur en protéines dépend des conditions agro climatiques de développement de la plante notamment l'alimentation en eau (sécheresse, irrigation) et la fertilisation azotée- et des variétés cultivées.

L'analyse faite sur le son de seigle révèle une teneur de 17% (Tableau IX). Cette donnée montre qu'une partie importante de protéines est concentrée au niveau des enveloppes du grain de seigle. Les protéines sont associées aux parois des cellules de la couche à aleurone et certaines d'entre elles participent aux structures pariétales tout en étant liées aux arabinoxylyanes ou aux (1-3), (1-4)-B-glucanes, ou encore seraient des enzymes métaboliques (Feillet, 2000).

V-1-2-6 Teneur en cellulose brute :

La teneur en cellulose brute ou indice d'insoluble varie suivant les espèces. Elle est concentrée dans les couches périphériques des céréales, ce constituant est déterminé par la méthode officielle de WEENDE. Elle permet de quantifier, outre la cellulose « vraie », une fraction de lignine, d'hémicellulose et des traces d'azote (Rouau et Thibault, 1987)

L'analyse faite sur le son révèle une teneur de 7,42%. Cette valeur est supérieure celle trouvée par Kouidri (1999) qui est de 6,51%, et aussi cette valeur est supérieure celle trouvées (Godon et Will, 1991).

La cellulose est concentrée dans la couche périphérique des céréales. Elle varie suivant les espèces considérées (Rouau et Thibault, 1987).

La fraction indigestible ou cellulose brute que contiennent les céréales, notamment le son de seigle joue un rôle prépondérant dans la réduction de certaines pathologies digestives (constipation, diverticulose) et de certains troubles métaboliques tels que le diabète et l'obésité (Leinonen et al, 2000., Laaksonen, 2005).

V-1-2-7-Fractionnement et dosage des polysides pariétaux:

La méthode de VAN SOEST consiste à fractionner la paroi végétale des céréales et connaître la proportion de chaque fraction (cellulose, hémicellulose et lignine). A cette fin nous avons procédé à l'extraction par des détergents cationiques et anioniques en milieu acide (pH 5,2) et obtenir un résidu fibre pauvre en azote.

La solution détergente neutre (NDF) permet d'obtenir un résidu constitué de cellulose, hémicellulose, lignine et matière minérale. La solution détergente acide ADF entraîne la solubilisation de l'hémicellulose (ROUAU et THIBAUT, 1987).

La composition en fibres cellulosique apparaît dans la figure -18-, montre une prédominance de l'hémicellulose sur les autres composés pariétaux (lignine et cellulose). Elle accuse une valeur de 23,89% dans le son de seigle. Dans leur étude sur les caractéristiques physico-chimiques des fibres alimentaires (ROUAU et THIBAUT, 1987), ces teneurs varient en fonction de l'espèce céréalière, de la variété et du stade de maturité de la plante (25% des hémicelluloses parois secondaires riches en hémicellulose par rapport aux parois primaires), et varient avec les méthodes de dosage (FEILLET, 1988). Ils se caractérisent par un pouvoir viscosifiant élevé (ALISON et al, 1997). Les hémicelluloses sont peu hydrosolubles et seront en grande partie digérées dans le colon humain. Elles réduisent l'efficacité du mixing

intestinal et entraînent une réduction de la diffusion des produits de digestion vers la surface absorbante de l'intestin grêle .

Les résultats de l'analyse de la cellulose nette du son de seigle présentent une valeur de 5,62 % pour le son de seigle. Cette fraction fait partie des fibres insolubles et induit plusieurs modifications à caractère général (vidange gastrique et ramollissement des selles) dans le tube digestif (Grasten et al, 2000).

Le taux de lignine trouvé dans le son de seigle est de 1.05 %. Sa teneur est très faible par rapport aux autres constituants.

En effet, la lignine possède la caractérisation d'absorber certaines molécules comme les acides biliaires, le cholestérol et certains carcinogènes. Par conséquent, elle contribue à la prévention et même à la thérapie de certains troubles métaboliques comme l'hypercholestérolémie et l'obésité (Kuzmanovic, 2004).

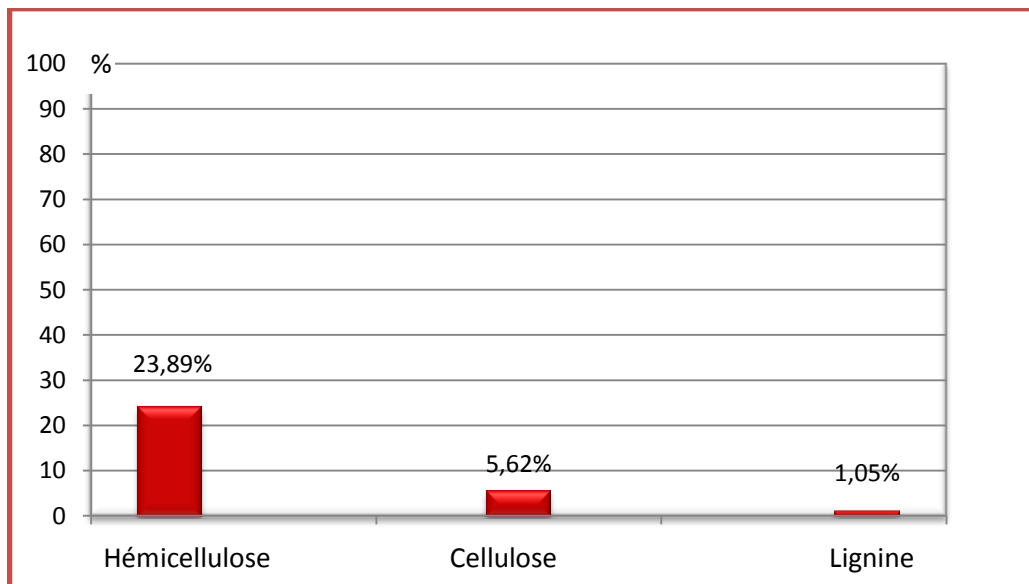


Figure 18: Teneur en composés pariétaux.

V-1-2-8 Capacité d'absorption et de rétention d'eau du son :

En présence d'eau, les fibres alimentaires ne réagissent pas toutes de la même façon. En passant par une étape commune de gonflement, au cours de laquelle l'eau entre dans le solide et écarte les macromolécules, certaines fibres se solubilisent et d'autres restent insolubles (Rouau et Thibault .,1987).

Les travaux de Rouau et Thibault, (1987) ont montré que la capacité d'absorption d'eau est liée au pouvoir de gonflement des fibres et la capacité de rétention d'eau fait référence à la conservation d'une quantité d'eau contre une force.

Vu l'effet bénéfique de l'absorption des fibres sur la vidange gastrique, le poids des selles et certains troubles métaboliques (Rémésy et *al.*, 1994), nous avons été amenés à déterminer les propriétés des sons avec les quels nous avons travaillé.

D'après les résultats que nous avons obtenu, le son de seigle présente une absorption d'eau de l'ordre de 400% (soit 4 fois son volume). En ce qui concerne, la capacité de rétention d'eau après égouttage, celle-ci est de 320% son, (soit 3.5 fois son volume).

❖ Effet du traitement thermique du son

La figure 19 montre des différences en % de la teneur en eau

teneur en eau 12,25%, des cendres 1,92%, des protéines 15,7% et des cellulose brute 6,22 %

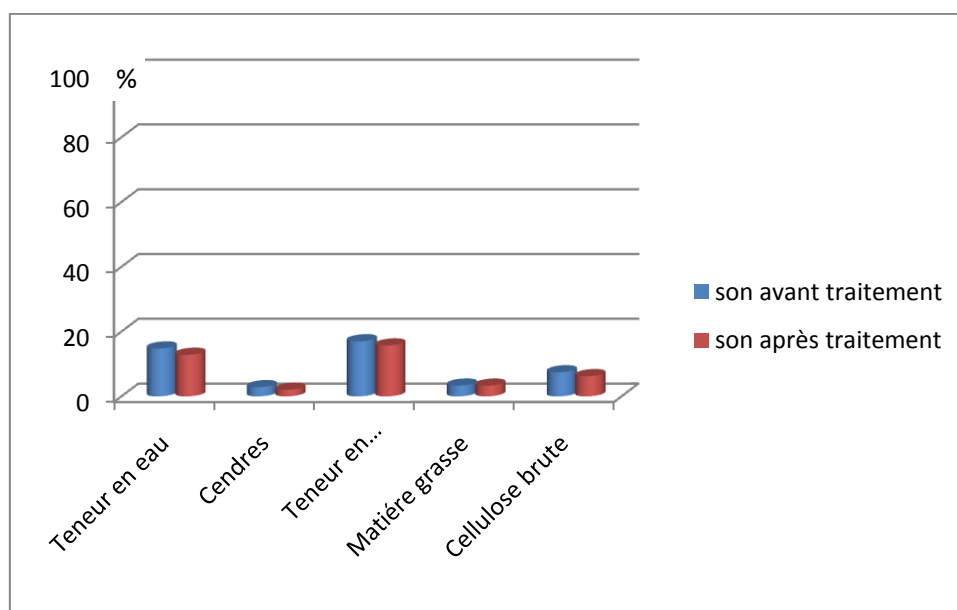


Figure 19: Résultats physicochimiques obtenus avant et après traitement thermique du son de seigle.

V-1-3 Résultats des analyses microbiologiques du son de seigle

Les résultats des analyses effectuées sur ce produit de mouture sont présentés comme suit dans le tableau suivant (Tableau X).

Le son des céréales est constitué d'enveloppes externes du grain, ces derniers sont en contact direct avec l'air ambiant. Pouvant augmenter le risque de contamination du yaourt par des microorganismes tel que : les coliformes, moisissures...etc ,

Tableau-X- : Résultats des analyses microbiologiques

Micro-organisme	Avant traitement	75C°	Normes (d'après le J.O 1998)	Normes (D'après Giraud,1998)
Germe totaux	Indénombrable	3200		10 ⁴
Coliforme	2580	Absence	10 ⁶	.

totaux				
Coliforme fécaux	Absence	Absence	10^3	.
Clostridium	Absence	Absence	$<10^2$.
Levures	300	Absence		$<10^3$
Moisissure	700	Absence	$<10^2$	
Salmonella	Absence	Absence	Absence	
staphilloccoccus	Absence	Absence	/	/

Les résultats microbiologiques du tableaux- X- Avant et après traitement thermique , sont conformes aux normes exigées par JORA.

La présence des *coliformes* totaux , levures et moisissures dans le son de seigle peuvent gêner la qualité microbiologique et hygiénique du yaourt après leur incorporation pour cela nous avons proposé une pasteurisation , à 75°C dans le but de réduire ces germes.

La pasteurisation à 75C° permet de détruire les coliformes totaux ,levures et moisissures . Pour notre échantillon, et para port les résultats trouvés ; on peut dire que, ce traitement s'est montré efficace ; puisqu'il traduit l'absence totale des germe.

La pasteurisation à 75 C° pendant 15min a permis de détruire les microorganismes trouvés dans le son de seigle .

V-2 Résultats d'analyses du yaourt :

V-2.1-Analyses physicochimiques

V.2.1.1- Matières premières

A- Eau de process

Tableau XI: Résultats des analyses physicochimiques de l'eau de process

	T°C	Ph	TH	TA (°F)	TAC (°F)	Cl ⁻ (mg/l)	Cl ₂ (ppm)
Echantillon	20,1	7,27	15	0	25	36	0
Normes	20	7à 8,5	12 à 15	0	< 26	< 39	0

Normes de JORA ; 1998.

D'après ces résultats, on constate une conformité presque parfaite vis-à-vis des normes établies par AFNOR (1986) et qui sont admises par le JORA(1998). l'eau de process a un pH voisin de la neutralité (pH = 7,27) avec un caractère plus ou moins alcalin.

En effet, l'acidité de l'eau provoque une corrosion des tuyauteries métalliques conduisant à une augmentation des concentrations de certaines substances métalliques, et la

basicité de l'eau entraîne un dépôt de calcaire dans les canalisations et aussi une diminution de l'efficacité du processus de désinfection au chlore. (Claisse et *al.*, 2006)

Le TA et le TAC sont respectivement de 0°F et 25°F, donc ils sont conformes aux valeurs du JORA, cela s'explique par le fait que cette eau est une eau naturelle sans traitement.

Pour le TH, la valeur trouvée est de 15°F, est conforme aux normes, cela s'explique par l'efficacité de l'adoucissement de l'eau.

Concernant les taux des Cl⁻ et Cl₂ sont aussi conformes aux normes, ce qui témoigne l'efficacité du traitement de la chloration.

B- Poudre de lait

Tableau XII : Résultats des analyses physicochimiques de la poudre de lait.

	pH	Acidité (D°)	MG(%)	EST(%)	H (%)
Échantillon	6,48	12,75	26	95,2	4,8
Normes	6,70	12 à 14	26 à 27	95 à 97	3 à 5

Normes de JORA ; 1998.

A partir des résultats du tableau, concernant les analyses physicochimiques de la poudre de lait, nous remarquons que :

* Les teneurs des paramètres (Acidité, EST, H%, MG) sont conformes aux normes exigées par JORA (1998).

* Le pourcentage de la matière grasse est de 26%, il est conforme aux normes du JORA(1998) , cela s'explique par un bon écrémage du lait lors de sa fabrication et des bonnes conditions de stockage.

La présence de la MG accroît les risques d'oxydation et de rancissement légèrement au cours de la conservation et surtout lorsque les boîtes sont ouvertes, ce qui a été confirmé par Keilling et Dewilde, (1986)

Le taux de l'extrait sec total(EST) est de 95,2 donc est conforme aux normes du JORA, cela indique que le lait est riche en éléments nutritifs (protéine, lactose et matière grasse) ce qui va donner une bonne consistance et une bonne texture au yaourt.

Le taux d'humidité est de 4,8 %, elle conforme aux normes exigées par le JORA(1998), cette conformité est due à une bonne dessiccation du lait, car une mauvaise dessiccation pourrait être à l'origine de développement des microorganismes pathogènes qui provoquerait par conséquent certaines réactions telles que : le rancissement, et la formation des composés volatiles à odeur désagréables (Cheftel,1976).

Selon Hempen (2003) les bonnes conditions de fabrication, de transport et de stockage ainsi que l'hygiène, peuvent avoir un effet positif sur la qualité de la poudre de lait.

V.2.1.2 L' ingrédient

❖ Le sucre

Tableau XIII: Résultats des analyses physicochimiques de sucre

	T(°C)	EST(%)	H(%)
Échantillon	20,2	99,35	0,65
Normes	20	99	<1

Les résultats de l'analyse physicochimiques de saccharose montrent que la température est de 20°C, ce qui est conforme aux conditions tolérées, et cela indique que le sucre est bien conservé, ce qui évitera sa détérioration par des microorganismes (levures et moisissures).

Pour l'humidité, la valeur trouvée est de 0,65 %, ce qui révèle un bon stockage de cette matière, permettant ainsi d'éviter l'activité enzymatique des germes.

D'après ces résultats, on constate que le sucre présente une bonne qualité physicochimique, ce qui facilitera son mélange avec les autres ingrédients.

V-2-1-3 Le Produit fini

1- Au moment de la production (J0)

Les résultats des analyses physicochimiques du produit fini avant le stockage sont consignés dans le tableau XIV, avant et après traitement thermique appliqué sur le son de seigle.

Tableau XIV: Résultats des analyses physicochimiques du yaourt enrichi en son de seigle(produit fini) au moment de sa production

Paramètres	pH	Acidité (D°)	EST(%)	MG(%)
Produit fini				
A	4,38	81	24 ,09	3
B	4, 3	81	24 ,63	3
Témoin (masse blanche)	4,20	80	23,2	3
Normes (JORA)	4,1- 4,7	75 – 105	22-25	3-4

A : produit fini conservé à 6°C.

B : produit fini conservé à 12°C .

Les analyses physicochimiques des échantillons de notre produit dès leur réception et avant d'être acheminé vers la conservation, montrent qu'il s'agit d'un produit dont les constituants et paramètres sont conformes aux normes, ce qui pourrait s'expliquer par :

- La bonne qualité de la matière première (poudre de lait, ferments...)
- L'efficacité du traitement thermique appliqué sur le son de seigle.....
- Les traitements du lait et les procédés utilisés et la conduite des différentes phases de préparation.
- La sélection des cultures et la technique de fermentation.

2- Au cours de la conservation

2-1 Variation de l'acidité titrable des deux yaourts au cours du stockage :

Après stockage, la variation de l'acidité s'est révélée inversement proportionnelle au pH.

Au 21^{ème} jour, l'acidité du yaourt enrichi en son de seigle conservé à 6°C augmente et atteint 100°D, mais reste toujours conforme aux normes.

Cette augmentation est due à la transformation du lactose en acide lactique qui rend le milieu plus acide, comme l'indique Mahaut et al (2000).

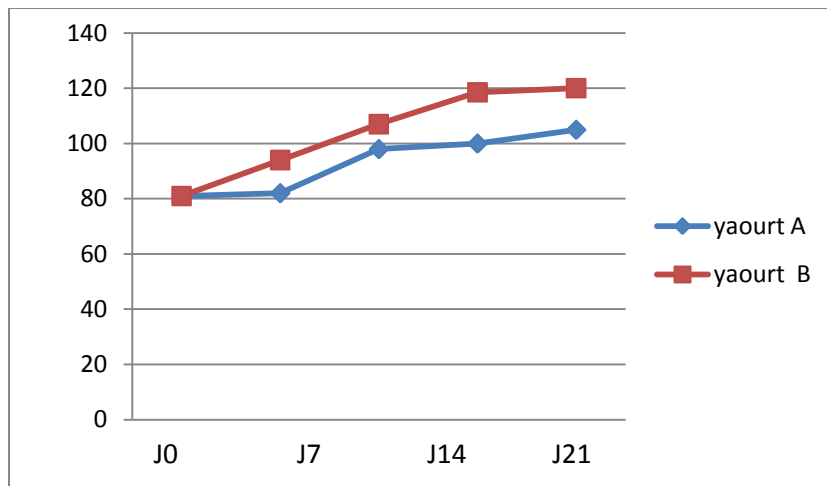
L'acidification résulte de la dégradation du lactose en acide lactique.

Selon la FAO (2000), le maintien du yaourt à froid n'arrête pas complètement l'activité métabolique bactérienne bien que la production d'acide lactique soit lente.

L'acidité de l'échantillon conservé à 12°C, atteint 94°D (tableau – XV-annexes II) au bout de 7^{ème} jours de conservation, ce qui témoigne la non-conformité de l'acidité .

Pour le yaourt conservé à 12 C°, la valeur de l'acidité devient non-conforme à partir de la deuxième semaine. L'augmentation de l'acidité est beaucoup plus importante que celle de la précédente (yaourt conservé à 6 C°); cela est dû à l'activité bactérienne qui s'accélère en présence des conditions favorables à leur développement comme l'indique Luquet et Corrieu (2005)

Les résultats de variation de l'acidité au cours de stockage sont mentionnés dans la figure n° 20 .



A : Yaourt conservé à 6°C

B : Yaourt conservé à 12°C

Figure 20 : Variation de l'acidité des deux yaourts au cours du stockage .

2-2 variations du pH au cours du stockage

L'évolution du PH de notre produit conservé à 6°C varie de 4.38 à 4.27(tableau – XVI-annexes II), pendant 21 jours, est constatée conforme aux normes internes de Trèfle.

La diminution du PH montre (selon Brulé (2003) et L'arpent (1991)) que les bactéries ne se multiplient pas lorsque le yaourt est conservé à une température ne dépassant pas 8°C pendant 24^{ème} jours ; par contre il serait question de signaler une activité métabolique ; ce qui explique la diminution du PH.

Concernant le produit stocké à 12°C, au bout de 14^{ème} jours nous notons un PH de 4.23. Ceci témoigne sa conformité aux normes de Trèfle.

A partir du 14^{ème} jour les valeurs du PH deviennent plus basses, ce qui favorise une activité microbienne à cette température.

Les résultats de variation de l'acidité au cours de stockage est mentionné dans la figure n° 21.

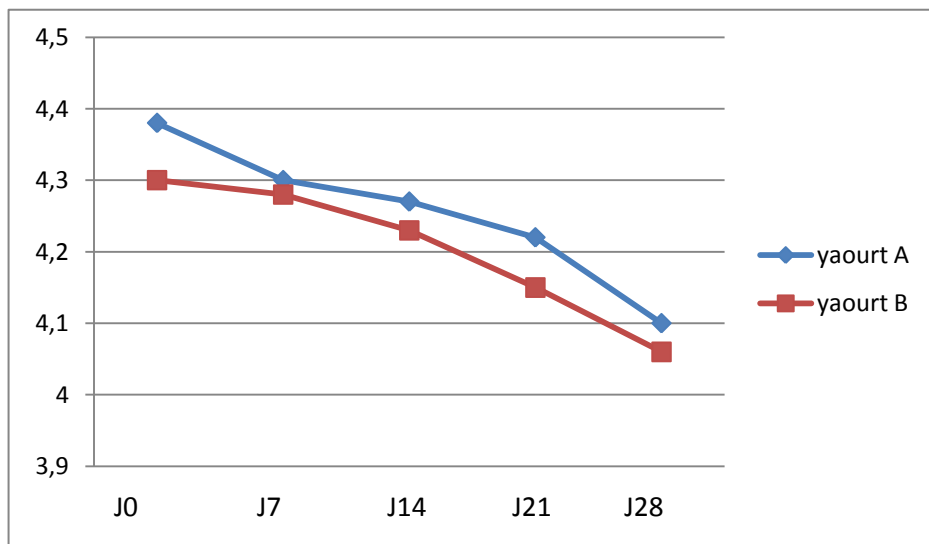


Figure 21 : Variation du pH des deux yaourts au cours du stockage.

V-2-2 Analyses microbiologiques

V-2-2-1 Matière première

A-Eau de process

Les résultats des analyses microbiologiques de l'eau de process sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Tableau XVII : Résultats d'analyse microbiologique de l'eau de process.

Germes recherchés	Échantillon	Normes (JORA, 1998)
<i>Germes totaux</i>	Abs	<10 ² UFC/ ml
<i>Coliformes totaux</i>	Abs	Abs / 100 ml
<i>Coliformes fécaux</i>	Abs	Abs / 100 ml
<i>Clostridium sulfitoréducteur</i>	Abs	< 5spores / 20 ml

<i>Streptocoques fécaux</i>	Abs	Abs / 100 ml
-----------------------------	-----	--------------

Les résultats des analyses microbiologiques de l'eau de process sont conformes aux normes, ce qui indique une absence totale des germes d'indice de contamination fécale (*Coliforme totaux et fécaux* et *Streptocoque fécaux*), des germes pathogènes (anaérobies *Sulfitoréducteur*) et saprophytes (FAM).

Ces résultats sont dus au fait que cette eau avant son arrivée au niveau du robinet a subi des traitements tels que la pré-chloration, la filtration sur charbon actif, l'adoucissement, la désinfection par UV, ainsi que le contrôle quotidien de l'eau pour détecter toute défaillance et le rectifier.

Selon Larpent, 1991, l'eau de reconstitution présente une grande proportion dans la composition du lait donc elle doit être de bonne qualité bactériologique, dépourvue de pesticides, et débarrassée de sels de chaux et de magnésium afin d'éviter l'entartage des appareils et des conduites, avec une pureté chimique satisfaisante, dépourvue d'ions métalliques.

B- Poudre de lait :

Les résultats d'analyse microbiologiques de la poudre de lait sont mentionnés dans le tableau ci-dessous :

Tableau XVIII : Résultats d'analyses microbiologiques de la poudre de lait.

Germes recherchés	Echantillon	Normes (JORA, 1998)
<i>Germes totaux</i>	Abs	2. 10 ⁵ UFC / g
<i>Coliformes totaux</i>	Abs	1 UFC / g
<i>Coliformes fécaux</i>	Abs	Abs / g
<i>Clostridium sulfitoréducteur</i>	Abs	Abs / g
<i>Salmonelles</i>	Abs	Abs / 25 g
<i>Staphylococcus aureus</i>	Abs	Abs / g
Levures	Abs	< 10 UFC / g

Moisissures	Abs	< 10 UFC / g
-------------	-----	--------------

Les résultats des analyses microbiologiques de la poudre de lait au niveau de l'unité Trèfle montrent que les échantillons examinés, répondent aux normes fixés par la législation nationale du journal officiel de la république Algérienne.

Nous constatons une absence totale des germes, ce qui indique que la poudre de lait utilisée est de bonne qualité microbiologique et que les conditions de transport (du pays d'origine, jusqu'à l'usine), et de conservation et de stockage sont satisfaisantes.

Selon François *et al.*, (1986), la poudre de lait doit avoir un goût agréable, une bonne salubrité, une bonne qualité hygiénique et une bonne conservation de la valeur nutritionnelle.

V-2-2-2 L'ingrédient

❖ Sucre (Saccharose) :

Les résultats des analyses microbiologiques du sucre sont illustrés dans le tableau IXX:

Tableau IXX : Résultats d'analyse microbiologique de sucre.

Germes recherchés	Échantillon	Normes (JORA, 1998)
<i>Germes totaux</i>	Abs	20 germes / g
<i>Coliformes totaux</i>	Abs	5 germes / g
<i>Coliformes fécaux</i>	Abs	Abs / g
<i>Clostridium sulfitoréducteur</i>	Abs	Abs / g
<i>Salmonelles</i>	Abs	Abs / g
<i>Staphylococcus aureus</i>	Abs	Abs / g
<i>Levures</i>	Abs	1 germes / g
<i>Moisissures</i>	Abs	1 germes / g

Les résultats microbiologiques représentés dans le tableau XVII montrent que le sucre entrant dans la fabrication du yaourt répond aux normes indiquées dans le JORA par l'absence totale des germes saprophytes ou pathogènes ;

Cela s'explique par :

*Le bon traitement de ses ingrédients lors de la fabrication.

*Les bonnes conditions de stockage tel que la température, l'aération, l'humidité, et une bonne manipulation lors de l'analyse microbiologiques.

Auclair et Richard (1986), confirment que l'humidité élevée dans un lieu de stockage favorise d'une part l'activité métabolique surtout dans les milieux riches en sucre ou en lactose, ce qui va déclencher la réaction de Maillard et d'autre part la prolifération des germes saprophytes surtout les levures et les moisissures pouvant détériorer le produit.

V-2-2-3 Produit fini

A-Au moment de la production (J0)

Tableau XX : Résultats des analyses microbiologiques du yaourt au moment de sa production

Germes recherchés	<i>Coliformes totaux</i>	<i>Coliformes fécaux</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>salmonella</i>	<i>Clostridium Sulfitoréducteur</i>	Levures	Moisissures
Produit	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
Normes (JORA/1998) (germes/mL)	10	1	10	Abs	50	<100	Abs

D'après ces résultats, nous remarquons une absence totale des germes pathogènes (*coliformes totaux et fécaux, salmonella, Staphylococcus aureus*), d'après Hermier, (1992), la présence dans les produits laitiers de ces germes, causerait des nocivités au consommateur. Ainsi, *Staphylococcus aureus* peut produire des entéro-toxines dont l'ingestion provoque des vomissements, souvent accompagnés de diarrhée. *Salmonella* peut provoquer les mêmes symptômes caractéristiques d'une toxi-infection alimentaire.

Nous remarquons également une absence des germes témoignant la contamination fécale (*coliformes fécaux*), selon Beerens et Luquet (1987) : la présence des coliformes totaux et fécaux dans le produit fini, indiquerait une faute hygiénique révélant soit la mauvaise qualité des matières premières ou l'insalubrité des matériels utilisés pour la fabrication.

Ainsi que l'absence des levures et moisissures que selon Joffin (2000), la présence de ces germes provoque une pollution microbienne du produit qui se traduit par un défaut d'aspect des yaourts, et par l'apparition de mauvais goûts, de même *Geotrichum Candidum* peut devenir un agent d'altération (défaut de texture et de goût)

B- Au cours de la conservation

Dans le produit fini, les microorganismes doivent être à l'état viable et en quantités abondantes (Biatcho, 2006)

Tableau XXI: Résultats des analyses microbiologiques du yaourt après sa conservation

à $T_1 = 6^\circ\text{C}$

Germes \ Jours	J0	J7	J14	J21	Normes JORA(1998)
<i>Coliformes totaux</i> (germes/mL)	Abs	Abs	Abs	Abs	10
<i>Coliformes fécaux</i> (germes/mL)	Abs	Abs	Abs	Abs	1
<i>Clostridium Sulfitoréducteur</i> (germes/mL)	Abs	Abs	Abs	Abs	50
<i>Salmonelles</i> (germes/25g)	Abs	Abs	Abs	Abs	Absence
<i>Staphylococcus aureus</i> (germes/mL)	Abs	Abs	Abs	Abs	10
Levures (germes/mL)	Abs	Abs	Abs	Abs	<100
Moisissures (germes/mL)	Abs	Abs	Abs	Abs	Absence

Les résultats de l'analyse microbiologiques du produit fini 6°C montrent l'absence totale de tous les germes pathogènes ou d'altérations recherchés : coliformes, *Staphylococcus aureus*, *salmonelles*, *levures* et *moisissures* et même après 3 semaine de sa fabrication ,ce qui indique que le produit présente une bonne qualité microbiologique.

Tableau XXII : Résultats des analyses microbiologiques du yaourt après sa conservation à 12°C

Germes \ Jours	J0	J7	J14	J21	Normes JORA(1998)
<i>Coliformes totaux</i> (germes/mL)	Abs	Abs	Abs	Abs	10
<i>Coliformes fécaux</i> (germes/mL)	Abs	Abs	Abs	Abs	1
<i>Clostridium Sulfitoréducteur</i> (germes/mL)	Abs	Abs	Abs	Abs	50
<i>Salmonelles</i> (germes/25g)	Abs	Abs	Abs	Abs	Absence
<i>Staphylococcus aureus</i> (germes/mL)	Abs	Abs	Abs	Abs	10
Levures (germes/mL)	Abs	Abs	Abs	Abs	<100
Moisissures (germes/mL)	Abs	Abs	Abs	<u>28</u>	Absence

Les résultats de l'analyse microbiologiques du produit fini à températures 12°C montrent l'absence totale de tous les germes pathogènes ou d'altération recherchés : *coliformes*, *Staphylococcus aureus*, *salmonelles*, levures. Mais l'apparition des moisissures commence au bout de la troisième semaine ; ce qui indique que la multiplication des moisissures a lieu. Ce qui indique que le yaourt nécessite une température moins que 12°C.

Le froid a pour effet de ralentir les réactions enzymatiques et chimiques, et par conséquent de ralentir aussi la multiplication et le métabolisme des micro-organismes. (Guiraud, 1998).

Les yaourts ont une conservation relativement longue par rapport à d'autres produits frais car le pH acide inhibe la croissance des autres bactéries. (Figarella et al., 2001) .

L'inhibition de la croissance microbienne peut être obtenue en appliquant des conditions de température, de pH et d'activité de l'eau défavorables. Elle peut aussi être obtenue en introduisant dans l'aliment des substances chimiques appelées conservateurs dont l'utilisation est soumise à une réglementation stricte. (Leveau et al., 1998).

V-2-3 Résultats organoleptiques

Les résultats de test organoleptique sont mentionnés dans le tableau XXIII en pourcentage :

Tableau XXIII : résultats organoleptique de yaourt associé du son de seigle.

	couleur(%)	odeur(%)	Aspect(%)	viscosité(%)	Gout(%)
Très bon	37%	17%	24%	14%	27%
Bon	60%	37%	54%	54%	57%
acceptable	3%	40%	20%	29%	17%
médiocre	0	6%	2%	4%	0

1- La couleur :

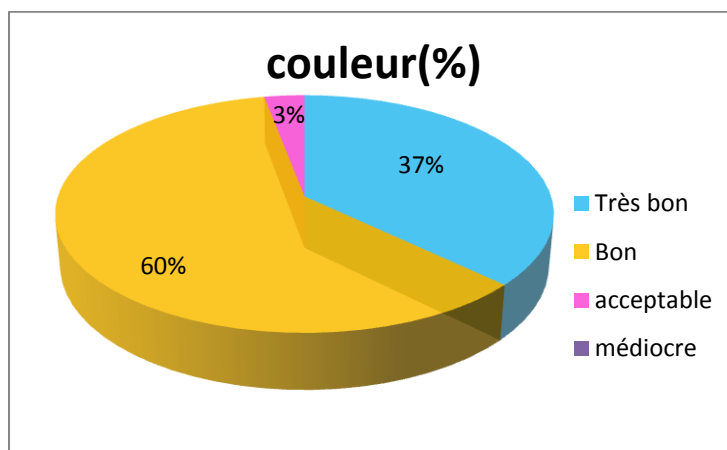


Figure 22 : Résultats de l'évaluation de la couleur par le jury de dégustation.

La couleur est un élément du complexe organoleptique qui ne peut pas être sous-estimé, d'autant plus qu'elle est la première caractéristique à être généralement perçue.

La couleur a été jugée «Bon» par 60% de dégustateurs, alors que 37% l'ont qualifiée de «Très bon». Cela est dû à l'homogénéisation des granules de son de seigle dans le yaourt qui donne une couleur attirante.

2-L'odeur :

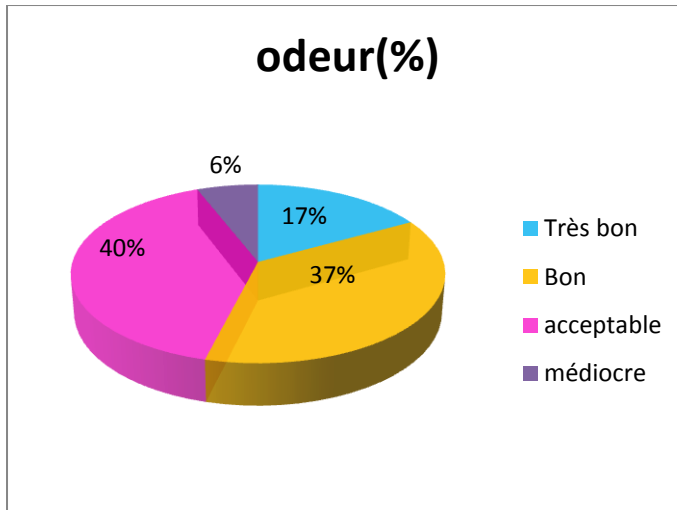


Figure 23 : Résultats de l'évaluation de l'odeur par le jury de dégustation.

L'odeur possède un impact considérable sur l'appréciation finale du produit .

La moitié des jurys l'on qualifié « Acceptable », car notre yaourt ne contient pas d'aromes et donc n'a été pas appréciable.

3-Aspect :

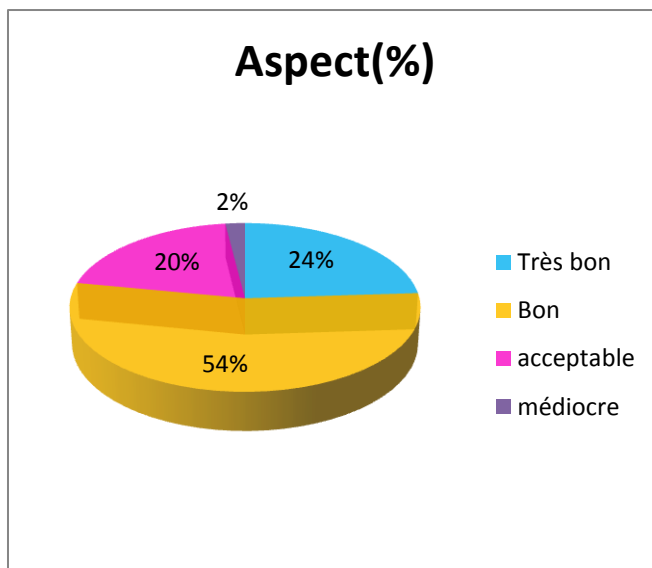


Figure 24: Résultats de l'évaluation de l'aspect par le jury de dégustation.

L'aspect est un paramètre indispensable à l'admissibilité et l'évaluation d'un point de vue général de l'apparence et la forme du produit fini. donc il a été jugé par la majorité des dégustateurs comme étant «Bon».

4-Viscosité :

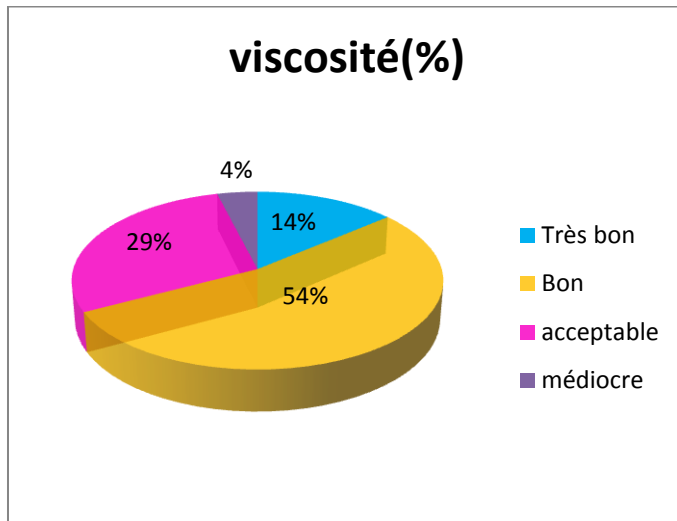


Figure 25: Résultats de l'évaluation de la viscosité par le jury de dégustation.

La viscosité a été jugé par 54% de dégustateurs «Bon».

5-Gout

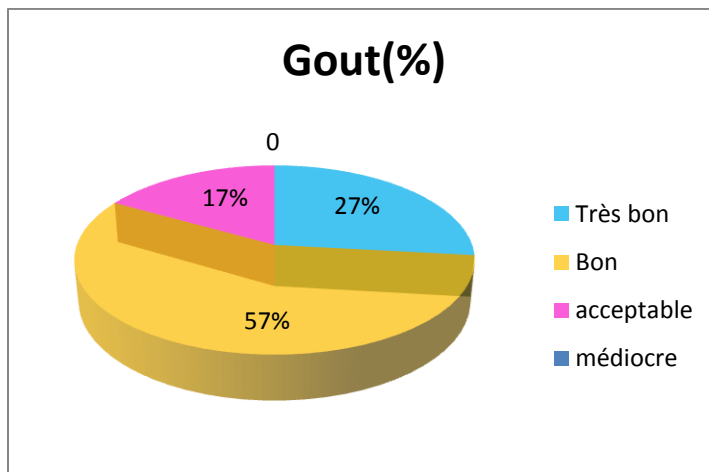


Figure 26: Résultats de l'évaluation du goût par le jury de dégustation.

Pour la majorité des dégustateurs (figure 26) le goût a été qualifié de «bon» malgré qu'il a été légèrement sucré car le yaourt utilisé est un yaourt nature.

Partie (2) : Comportement clinique

V.1.Résultats des différents symptômes des troubles fonctionnels intestinaux :

Afin de vérifier une éventuelle efficacité de yaourt enrichi de son de seigle et le son de seigle tel quel appliqués sur les patients vis-à-vis les symptômes des T.F.I, plusieurs facteurs sont rentrent en jeu (temps, âge, sexe).

Le résultat d'évaluation des TFI pendant la première et la deuxième période expérimentales sont indiqué dans les tableaux présenter dans l'annexes II.

V.2 .Résultats statistiques :

Cette partie englobe les résultats relatif aux effets du traitement utilisé(yaourt enrichi en son de seigle et le son de seigle tel quel) sur l'évolution des troubles fonctionnels intestinaux .

Le modèle linéaire globale (GLM) ; permet d'étudier l'effet strict et individuel des différents facteurs sans faire intervenir les interactions entre les facteurs

V.2.1.Évolution de constipation en fonction des différents facteurs

Tableau XXXI : Analyse de la variance par GLM pour la constipation.

Source	Somme des carrés	DD L	Moyen des écarts	F-ratio	P
Temps	44.286	12	3.690	24.717	0.000***
Age	0.333	1	0.333	2.230	0.138
Aliment*	0.077	1	0.016	0.518	0.473
Sexe	0.005	1	0.005	0.033	0.857
Patient	9.086	9	1.010	6.761	0.000***
Var.intra	21.351	143	0.149	-	-

*Aliments : yaourt enrichi en son de seigle .
:son de seigle tel quel.

Pour l'étude de l'effet de la constipation en fonction des différents facteurs, le tableau d'analyse de variance montre une variation très hautement significatif de constipation en fonction du temps et des patients avec une probabilité ;($P < 1\%$ ($p = 0,000$)) et pour le sexe ,l'âge ,le tableau montre une probabilité nom significatif ;($p \geq 0,05$).

Les résultats sont présentés par les graphes du figure n°27.

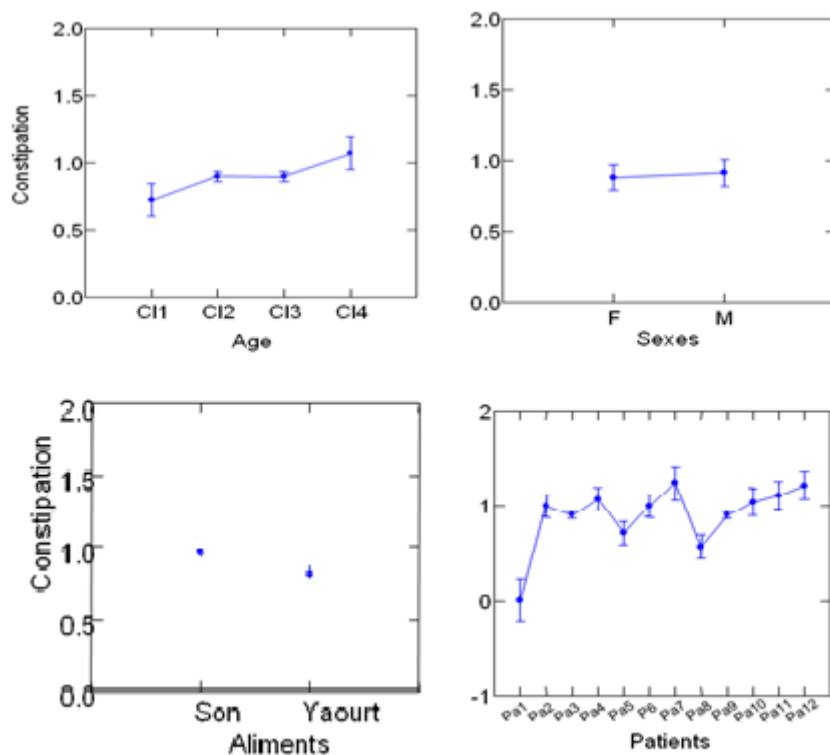


Figure n°27 : Évolution de constipation en fonction des différents facteurs(temps,patients, sexe,age)

D’après les graphe (figure n°27) de GLM ,on remarque une variation de localisation des point selon l’aliment ,le point de yaourt est un peut inferieur au point de son de seigle ce qui traduit par l’efficacité des deux aliments ,mais plus importante pour le yaourt au son de seigle.

V.2.2.Évolution des douleurs en fonction des différents facteurs

Tableau XXXII : Analyse de la variances par GLM pour les douleurs.

Source	Somme des carrés	DD L	Moyen des écarts	F-ratio	P
Temps	9.238	12	0.770	3.242	0.000***
Age	0.321	2	0.161	0.667	0.510
Aliment	0.016	1	0.016	0.069	0.793
Sexe	.	0	.	.	.
Patient	16.333	9	1.815	7.644	0.000***
Var.intra	33.952	143	0.237	-	-

D’après le tableau n° XXXII: l’étude des douleurs abdominale en fonction des différents facteurs sont expliquées par l’analyse de variance qui montre une variation très hautement significative de douleur en fonction du temps et des patients avec une probabilité ; $P < 1\%$ ($p = 0,000$) et pour le sexe et l’âge ,le tableau monte une probabilité nom significative ;($p \geq 0,05$). Les résultats sont présentés par les graphes du figure n° 28

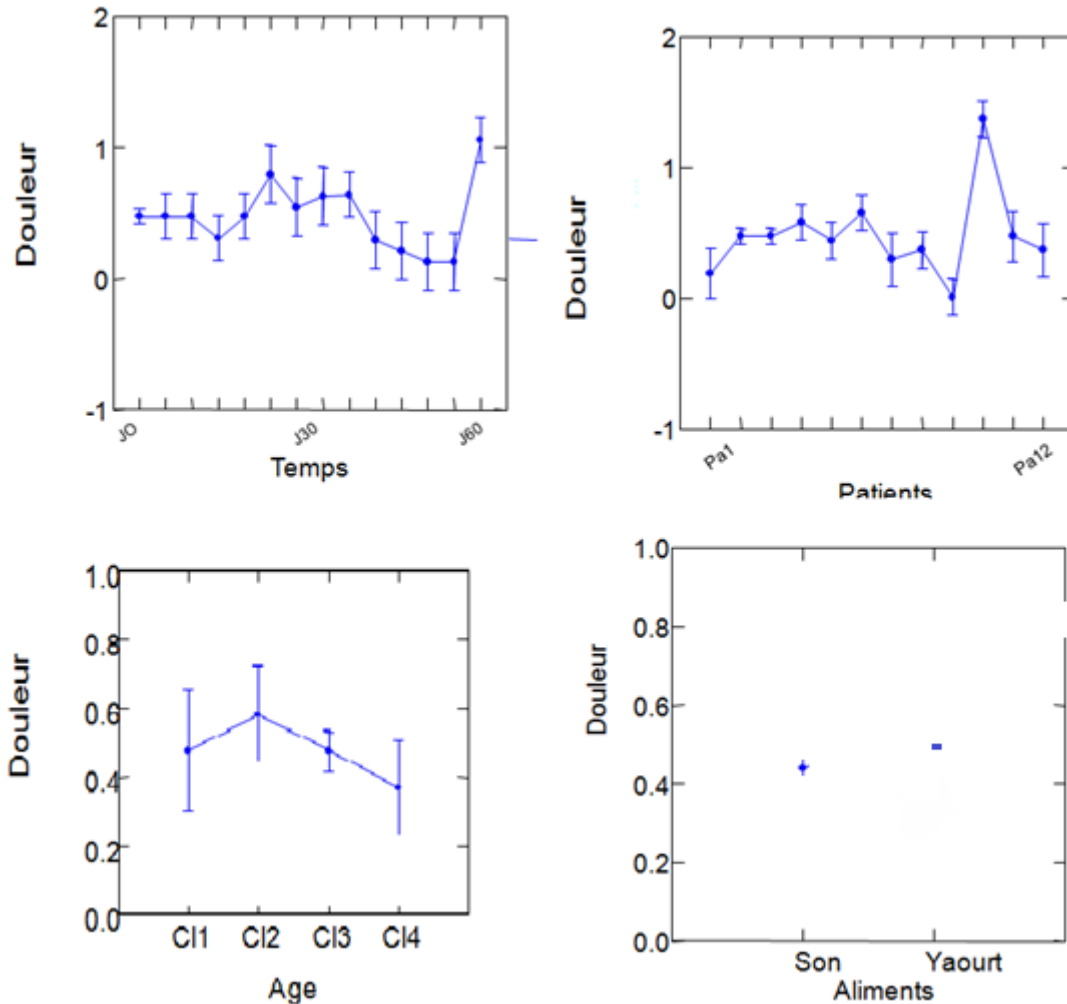


Figure n° 28 : Évolution des douleurs en fonction des différents facteurs

D'après les graphes (figure n°28) de GLM , on remarque une variation de localisation des points selon l'aliments .Les deux points (yaourt et son), sont presque en même ligne ;pour cela on peut dire que l'influence des deux aliments sur la correction des douleurs est presque identique.

V.2.3.Évolution de ballonnement en fonction des différents facteurs

Tableau XXXIV : Analyse de la variance par GLM pour le ballonnement

Source	Somme des carrés	DD L	Moyen des écarts	F-ratio	P
Temps	21.405	12	1.784	8.898	0.000***
Age	1.270	3	0.423	2.111	0.101
Aliment	0.090	1	0.090	0.448	0.505
Sexe	.	0	.	.	.
Patient	9.238	8	1.155	5.760	0.000***
Var.intra	21.351	143	0.149	-	-

Pour l'étude de l'effet de ballonnement en fonction des différents facteurs significative, le tableau d'analyse de variance montre une variation très hautement significative de constipation en fonction du temps et des patients avec une probabilité ; $P < 1\%$ ($p = 0,000$) et pour le sexe, l'âge, le tableau montre une probabilité non significative ; ($p \geq 0,05$).

Les résultats sont présentés par les graphes du figure n°29

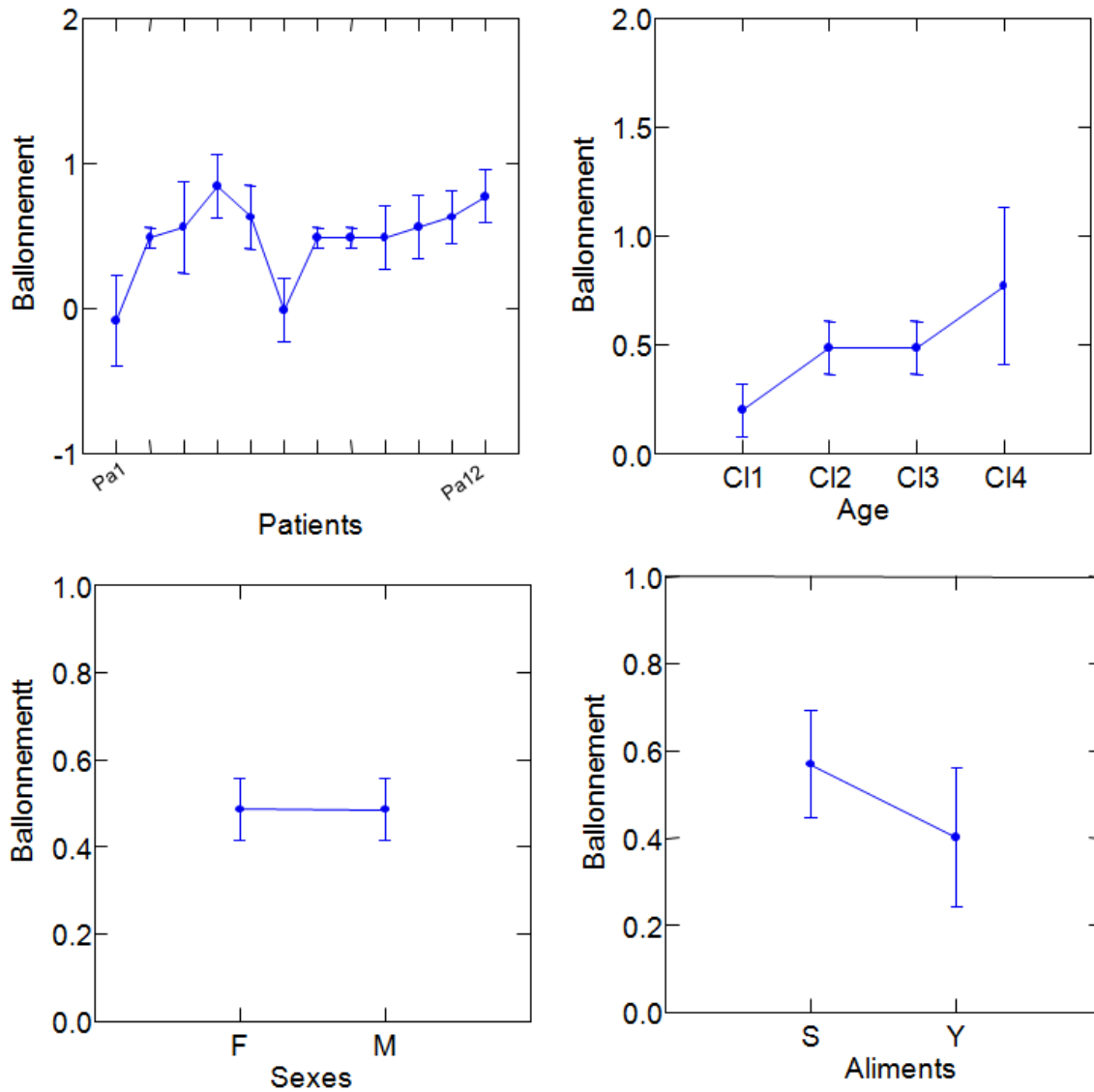


Figure n° 29: Évolution de ballonnement en fonction des différents facteurs

D'après les graphes figure n° de GLM ,on remarque une variation de localisation des point selon les aliments (yaourt au son de seigle et son de seigle tel quel .On remarque que le point du yaourt est correspond au son de seigle .Ce qui traduit par une correction plus importante de ballonnement abdominal pour e yaourt mieux qu'avec le son .

V.2.4.Évolution d'émission des gaz en fonction des différents facteurs

Tableau XXXV : Analyse de la variance par GLM pour l'émission des gaz

Source	Somme des carrés	DD L	Moyen des écarts	F-ratio	P
Temps	14.048	12	1.171	6.696	0.000***
Age	.	0	.	.	.
Aliment	0.002	1	0.002	0.010	0.919
Sexe	0.054	1	0.054	0.310	0.579
Patient	2.261	10	0.226	1.293	0.240
Var.intra	25.000	143	0.175	-	-

*Aliments : yaourt enrichi en son de seigle .

:son de seigle tel quel.

Consternant l'étude de l'effet de l'émission des gaz en fonction des différents facteurs(temps ,l'age ,sexe, aliments et patients), le tableau d'analyse de variance montre une variation très hautement significative d'émission des gaz en fonction du temps ($P < 1\%$ ($p = 0,000$)) et pour le sexe ,l'âge ,le tableau montre une probabilité nom significatif ;($p \geq 0,05$).

Les résultats sont présentés par les graphes du figure n°30

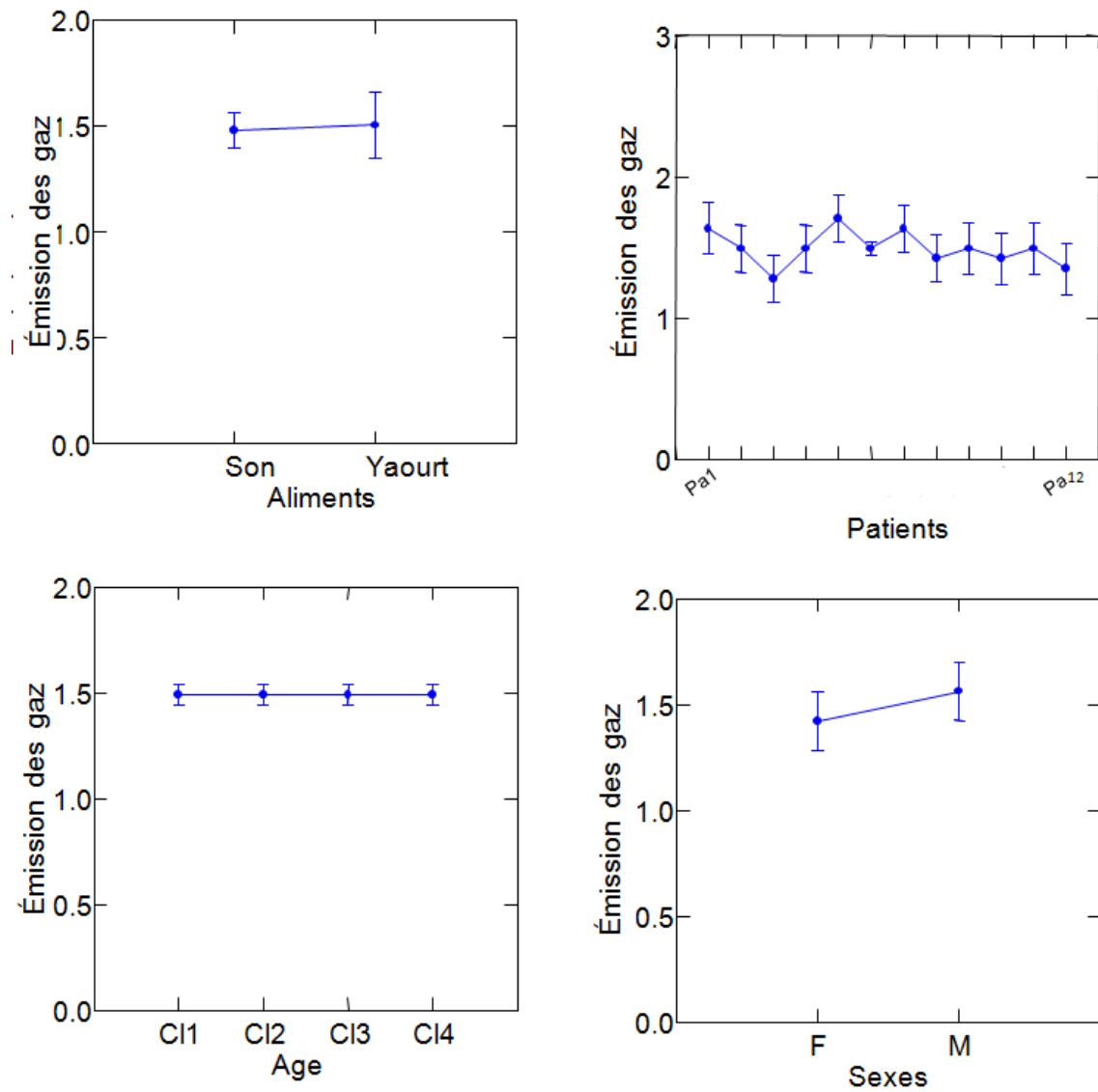


Figure n° 30 : Évolution d'émission des gaz en fonction des différents facteurs

D'après les graphes (figure n°30) de GLM , on remarque que les deux points (yaourt et son), sont presque en même ligne ;pour cela on peut dire que l'influence des deux aliments sur la correction des douleurs est presque identique.

Discussion

Les douze patients ont terminé l'étude pour les deux périodes.

Une réponse positive (amélioration et correction) de T.F.I .est noté chez tous les patients.

Le régime au son de seigle (yaourt au son) s'est avéré efficace comparé au son de seigle tel quel. Le seigle est riche en fibres insolubles notamment hémicelluloses, cellulose ce qui expliquerait l'effet important dans l'augmentation du poids de selles chez les colopathes , donc ces fibres sont moins fermentées (les fibres de céréales de type son de seigle) (MARTIN,2001). Il semblerait que pour chaque gramme de fibre de céréales ajouté à un repas quotidien standard, il puisse avoir une augmentation poids fécal de 3 a 9 (BRODRIBB ,1983).

L'introduction de fibres céréalieres dans les repas des patients souffrant de troubles digestifs semblent pouvoir atténuer leur douleurs et pouvoir améliorer leur état leur état de santé (BRODRIBB ,1978 ; DOKKUM et *al*,1982).

Ces fibres ont des actions différents sur le tube digestif selon leur structures , leurs propriétés physico-chimiques et leur mode de consommation (KOUDRI,1998) .

Les fibres alimentaires arrivent intactes dans l'intestin ou une partie se trouve transformée par les bactéries du colon(ZORAN et *al*,1997). Cette action pourrait s'expliquer par un effet mécanique (stimulation de mécanorécepteurs) induisant une inhibition des mouvements segmentaires de la paroi et favoriser les contractions propulsives du colon ce qui abouti à une réduction du temps de rétention colique(HERBUT et RUCKEBUSCH,1985). D'autre part, les acides gras a courte chaine sont formés par la fermentation des fibres alimentaires par les bactéries anaérobies présent normalement dans le colon , influencent les concentrations digestives et le transit intestinal(HERBUT et *al*,1998).

La fraction restante(fibres insolubles) créent un volume intestinal important car elles ne sont pas digérées par les bactéries du colon, selon STEPHEN et LUMINGS(1997).

Les fibres alimentaires sont nécessaires, entre autres , pour un fonctionnement correct de l'intestin (régulation de la motricité gastro-intestinale, taxation, maintien de l'équilibre de l'écosystème colique , stimulation de l'activité métabolique bactérienne)

D'après ARMOND(2002) ,la consommation de fibres alimentaires adéquates est bénéfique dans la prévention et le traitement de la constipation et des diverticuloses. Il n'y a pas de certitudes dans le bénéfique de la consommation de fibres alimentaires dans le syndrome de l'intestin irritable.

Conclusion

Cette étude s'inscrit dans le cadre de la valorisation du son de seigle de faible valeur marchande, en vue de l'incorporer dans un produit laitier « Yaourt ».

Leur disponibilité et leur faible valeur marchande, constituent une matière première de choix destinée à l'exploitation à l'échelle industrielle.

Dans nos conditions expérimentales, l'obtention de son a permis d'obtenir un rendement très élevé de l'ordre de 8 kg de son dans 30kg de grain de seigle.

L'incorporation du son de seigle avec un taux de 5% dans un pot de yaourt .

Le son de seigle que nous avons prélevé pour élaborer notre produit, possède une bonne qualité microbiologique (conformes aux normes), mais l'apparition des germes d'altération (levures et moisissures) gênent la qualité microbiologique du yaourt. De ce fait, on applique un traitement thermique au son de seigle à 75°C pendant 15min. en rendant le milieu défavorable au développement des microorganismes. D'un autre côté, l'analyse microbiologique est en parfaite conformité avec les normes et répond aux conditions d'hygiène et de salubrité.

L'incorporation du son de seigle dans le yaourt s'avère très intéressante d'un point de vue sensoriel et nutritionnel. En effet, elle permet d'améliorer le goût, la saveur, la couleur, et l'apport énergétique du produit. On peut dire donc que le produit fini répond à l'appellation d'un aliment diététique.

L'analyse organoleptique a révélé que la majorité des dégustateurs ont apprécié le produit, et près de 55% d'entre eux l'ont jugé « bon ».

Par ailleurs, la détermination biochimique de l'échantillon analysé nous a permis d'estimer la teneur indigestibles des fibres (hémicellulose 23,8%, cellulose%).

Dans le but de donner à notre étude une portée pratique, nous avons poursuivi dans le cadre une étude nutritionnelle (expérimentation clinique) pour nous permettre de confirmer l'efficacité des fibres alimentaires sur la prévention et la thérapie de certains désordres intestinaux.

À J20 du régime, nous avons noté une amélioration de la symptomatologie fonctionnelle et normalisation du trouble fonctionnelle sur tout les cas suivis.

D'une manière générale, il n'existe pas de différence significative entre l'effet du son de seigle seul et incorporé au yaourt sur la correction et l'amélioration de T.F.I. à savoir le nombre de selles, les douleurs et le ballonnement abdominaux. Il existe donc un certain nombre de propriétés physico-chimiques essentielles qui conditionne leur action physiologique sur l'organisme humain.

L'intérêt de la détermination de la fraction indigestible du son de seigle est physiologique ; l'adjonction des fibres à un régime réduit la pathologie liée aux troubles intestinaux telles que la constipation.

A travers l'ensemble des résultats obtenus dans nos conditions expérimentales, il est appa rait clairement que les fibres alimentaires modifient la physiologie digestive

Les fibres sont donc un composant essentiel de notre régime. Leur role ne doit pas être surestimé mais évalué en fonction des autres nutriments de notre alimentation quotidienne.

- **ADAM A.** Qualité nutritionnelle et effets métaboliques des farines de blé et du pain. Thèse de Doctorat. Ecole Doctorale des Sciences de la Vie et de la Santé, 2002.
- **Aarnink A.J.A, Verstegen M.W.A, 2007,** Nutrition, key factor to reduce environmental load from pig production. *Livest. Sci.*, 109, 194-203.
- **Accolas J.P,1979.** Les levains lactiques thermophyles ,proprieties et comportement en technologie du lait ,Tome 4,pp:487-524.
- **AFNOR, 2001 :** Association française de normalisation ; Recueil des normes françaises, contrôle de la qualité des produits laitiers, NF V 04 - 600, Paris.
- Algérie, Arrêté interministériel relatif aux températures et procédés de conservation par réfrigération, congélation ou surgélation des denrées alimentaires, (Novembre 1999) p.15.
- **Aman P, Nilsson M et Andersson R, 1997,** Positive Health Effects of Rye. *Cereal Foods World* 42:684-688.
- **Antoine C, 2003,** Bases physicochimiques et structurales de l'aptitude au fractionnement des enveloppes du grain de blé tendre, Thèse de doctorat, Ecole nationale supérieure agronomique de Montpellier.
- **AUFRET A., RALEM (M.-C.), GUILLON F., BARRY (D.-I.), THIBAUT (J.-E).** Effect of grinding and experimental conditions on the measurement of hydration propertis of dietary fibers. *Lebensm-Wiss. U. Technol .*,1994: p.166-172.
- **Barthelemy F. ; Rathe I,1993 .** Yaourt et alimentation des enfants .Ed Ssyndifrais,pp : 3-4.
- **Béal , C., Sodini, I.,** Fabrication des yaourts et des laits fermentés. *Techniques de l'ingénieur*, F-Article F6315, (2003).
- **Bontems P, Deprettere A, Cadranel S, Vandenplas Y, 2000,** The coeliac iceberg : a consensus in pediatrics. *Acta Gastroenterol. Belgica*; 63: 157-62.
- **Bourgeois CM. et Larpent JP., 1996 :** « *Microbiologie alimentaire 2 : les fermentations alimentaires* » ; 2^{ me} édition ; Technique et documentation ; Lavoisier (Paris).
- **Bourgeois CM., Mexele NP. et Zucca J., 1996 :** « *Microbiologie alimentaire : aspect microbiologique de la sécurité et la qualité des aliments* » ; Tome 1 ;  dition Lavoisier paris p 272 - 292.
- **BRIET F., ACHOUBJ L., FLOURTE B.** Les fibres alimentaires. *Cali. Nutr. Diet*, 1995 1 N 30, p. 132-136.
- **BRITT (B.-F).** Dietary fiber and energy regulation. *The journal of Nutrition*. V 130 N 2S, 2000: p.272-275.

- **Brown R.M, Saxena I.M, 2000**, Cellulose Biosynthesis: a model for understanding the assembly of biopolymers », *Plant Physiol Biochem.* 38(1/2), p. 57-67.
- **Bushuk W, 2001**, Rye production and uses worldwide. *Cereal, Chem.* 46 (2):70-73.
- **Bushuk W, 2001**, Rye: Production, Chemistry and Technology. Dept. of Food Science, University of Manitoba, AACC.
- **Calvel R. ,1984** : La boulangerie moderne, 10^{ème} édition :Eyrolles,Paris :459p.
- **-Carole L., Vignola., 2002.** Fondation de la technologie laitière du Québec, science et technologie du lait, transformation du lait. Les presses internationales polytechniques, édition scientifique, 587p.
- **Carpita N, Mccann M, 2000**, The cell Wall, in B. BUCHANAN, W.
- **Cayot, P., Lorient, D.,** *Traitements mécaniques. Structures et technofonctions des protéines du lait.* Paris, Technique et Documentation, Lavoisier, (1998), p.149- 157.
- **CHABBERT B., CRÔNIER D., BEAUGRAND J., BENAMAROUCHE S. and DEBEIRE P.** Structural and tissular heterogeneity of cell walls in Wheat bran layers. In "Qm International cell Wall meeting". Toulouse, 2-7 September **2001**.
- **Chasseray P, 1991**, Caractéristiques physiques des grains et de leurs dérivés. In: Godon B Willm C editor. Les industries de première transformation des céréales, Techniques et Documentations- Lavoisier, Londres- New York, 694p
- **CHATENOUD L., La VECCHIA C., FRANCESCHI S., TAVANI A., JACOBS (D.-R.), Jr. PARPINEL (M.-T.), SOLER M.& NEGRI E.** Refined-cereal intake and risk of selected cancers in italy. *Am J Clin Nutr*, **1999**: p. 1097
 - **Chaubert C, Gutzwiller A, Gafner J.L, Glauser W, 2003.** Mycotoxine in Schweizer Getreide– Erhebung 2002. *Agrarforschung* 10,110-114.
- **Cheflel S.C. et cheflel H.,1977** : Introduction a la biochimie et a la technologie des aliments,volume 1 :105-127 *chèvre* ; tome 3 » ; Edition Lavoisier ; p200.
- **Claisse JR., Brénaud C., Leulier F., 2006** : « *Alimentation, santé, qualité de l'environnement et du cadre de vie en milieu rural* » ; p222
- **CONRAD (S.-B),1999** :Les céréales dans l'alimentation des canadiens. Institut National de la Nutrition. N°28 p.08.
- **CUI W., WOOD (P.-J.), BLACKWELL B and NIKIFORUK J.** Physico-chemical properties and structural characterization by two-dimensional NMR spectroscopy of wheat B-D-glucan comparison with other cereal B-D-glucans, *Carbohydr Polym*, **2000** : p. 191.
- **CUMMINGS (J.-E).** The effect of dietary fiber on fecal Weight and composition. in spilier GA(ed): CRC. Handbook of dietary fiber in human nutrition. 2^d ed, CRC press, Boca Raton, **1993**: p. 263-349.
- **DEBRUYNE (P.-R), BRUYNEEL (E.-A.), KARAGUNI (I.-M), LI X., FLATAU G., MULLER O., ZIMBER A., GESPACH C & Marcel (M.-M).** Bile acids stimulate invasion and aptotaxis in human colorectal cancer through activation of multiple oncogenic signaiing pathways. *Oncogene*, **2002**: p.6690.

- **DEBRUYNE (P.-R.), BRUYNEEL (E.-A.), KARAGUNI (I.-M.), LI X., FLATAU G., MULLER O., ZIMBER A., GESPACH C & Marcel (M.-M.).** Bile acids stimulate invasion and aptotaxis in human colorectal cancer through activation of multiple oncogenic signaiing pathways. *Oncogene*, **2002**: p.6690.
- **Deroissart.H et Luquet(F-M).** ,1994 : Bactéries lactiques : Aspect fondamentaux et tecknologies.France : loric.a
- **EASTWOGD (M.-A.).** The physiological effect of dietary tiber: an update, *ANN,Rev.Nutr*, **1992** :p 19-35.
- edition,Woodhead Publishing Limited CRC Press LLC, Cambridge, England, 619p.
- **Evers(A-D),Blakeney (A-B) and O'brieni Cereal,1999** : Céréal structure and composition *Australian journal of Agricultural Research*,1999 :p625-650.
- **FAO ,1995** : « Le lait et les produits laitiers dans nutrition humaine » ;p271
- **FAO ,1998** : Alimentation et nutrition humaine : Lait et produits laitiers. Collection ,N°28 :271p.
- **Feillet P, 2000**, Le grain de blé : Composition et utilisation, INRA édition, Paris ,308p.
- **Feillet P.,1977** : La qualité des pates alimentaires :Cahier Nut Diet 229-390.
- **Feillet P.,1986** :L'industrie des pates alimentaires :technologie de fonction,qualité des produits kinis et des matières premiéres I.A.A octsbre(1986).Pp 978-986.
- **Figarella AJ ., Leyral G., Terre TM., 2001** : « *Microbiologie générale et appliquée* » ; Jaque Lenor : p285.
- **FLOURIE B.** Les fibres alimentaires. Vol 9 *GASTROENTEROLOGIE*, **1995**: p. 21-26
- **François M. Luquet FM., Yvette Bet Linezowski, 1986** : « *Lait et produits laitiers : Qualité, énergie et table de composition* » ; Tec et Doc ; Lavoisier ; Paris.
- **Fredot, É.**, Connaissance des aliments, bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique, Lavoisier, (2005), 31-70.
- **Godon B, Will C, 1991**, Les industries de première transformation des céréales. Ed- Technique et documentation-Lavoisier, 786p.
- **GODON B., et WILLM C.** Les industries de première transformation des céréales. Paris : Technique & documentation Lavoisier, **1998** : 786p
 - **Grasten, S.M, Leinonen, K. S, Poutanen, K.S, Gylling, H.K, Miettinen, T.A, Mykkanen, H.M, 2000**, Rye bread improves bowel function and decreases the concentration of some putative colon cancer risk markers in middle-aged women and men. *J. Nutr.* 130: 2215-2221
- **GUEZLANE L.** Contribution à la valorisation des sous- produits de meunerie sons-remoulages - farine basse. Mémoire d'ingéniorat, **1977**.
- **GUIRAUD (J.-P.).** Microbiologie alimentaire. Paris. Dunod, **1998** : p. 615.
- **GUIRAUD (J.-P.).** Microbiologie alimentaire. Paris. Dunod, **1998** : p. 615.

- **Hakmi Abdelatif, 1994** : « *Traitement de l'eau de source Bousefer ORAN* » ; Thèse de fin d'étude, p5-6.
- **HARRIS (P.-J.). & FERGUSON (L.-R.)**. Dietary fiber may protect or enhance carcinogenesis. *Mutar Res*, **1999**: p. 95-110.
- **Hempen M., Unger F., Seck MT., Munstermann S., Zessin KH., 2003** : « *Quelques caractéristiques de la filière laitière informelle et l'hygiène du lait produit* » ; p156 -161
- **Hermier.J et Accolas. (J-P).**, **1990** : Techniques d'analyses et de contrôle dans les industries agro-alimentaires. *Apria*.
- **Hongisto SM, Pajananen L et al, 2006**, Combination of fiber-rich rye bread and yoghurt containing *Lactobacillus GG* improves bowel function in women with self-reported constipation. *Eur J Clin Nutr*.
- **HOSENEY (R.-C)**. Structure of cereal In "Principles of cereal Sciences and Technology" HOSENEY (R.-C.). American Association of Cereal Chemists, St Paul, MN, **1986**: p. 1-33
 - **Jacob DR, Gallaher D, 2004**, Whole grain intake and cardiovascular disease: a review. *Curr Atheroscler Rep* November;6(6):415-23.
- **Janniaux, M., Labouret, V., Torres, C., Colas, B. & Lecomte, C. 2000**. L'industrie française du yaourt : est elle parvenue à maturité ? *Industrie Agro Alimentaires*, Septembre, 53-
- **Jeantet R, Thomas C, Pierre S, Gérard B, 2007**, Sciences des aliments, -Volume2- Technologie des produits alimentaires, Ed-Techniques et documentation-Lavoisier, Paris, P90-100
- **Jeantet, R.**, Les produits laitiers, *Tec & Doc Lavoisier*, (2002). 23-35.
- **JENKINS (D.-J.-A.), JENKINS (A.-L.) and WOLEVER (T.-M.-S.)**. Dietary fiber, carbohydrate metabolism and diabetes. In KRITCHEVSKY D. and BONFIELD D. C. "Dietary fiber in health and disease " _ New York. Plenum Press, **1995** : p. 92.
- **JORA, 1998**: Journal Officiel de la République Algérienne ; Arrêté interministériel N°35 daté du 27 mai 1998 ; Critères microbiologiques des laits ; p8.
- **JOSELEAU (J.-P)**. Les hémicelluloses. En «Les polymères végétaux ». MONTIES B, Paris. BORDAS, **1980** : p. 87-121.
 - **Juntunen KS, Laaksonen DE et al, 2003**, Structural differences between rye and wheat breads but not total fiber content may explain the lower postprandial insulin response to rye bread. *Am J Clin Nutr* November;78(5):957-64.
- **KABIR M., OPPERT (J.-M.), VIDAL H., BRUZZO F., FIQUET C., WURSCH R, SLAMA G. & RIZKALLA (S.-W.)**. Four-week low-glycemic index breakfast with a modest amount of soluble fibers in type 2 diabetic men. *Metabolism*, **2002**: p.793.
- **Kallache K, Mazighi W, 2010**, Contribution à l'étude physico-chimiques et microbiologique du son d'orge et son effet nutritionnel sur le rat WISTAR, Mémoire de fin d'étude, FSAVB, Blida.

- **Keilling et Dewilde ,1986** : « *Lait et les produits laitiers vaches, brebis,*
- **KIGER (J.-L.) et KIGER (J.- G.)**. Techniques modernes de la biscuiterie: pâtisserie et biscuiterie industrielles et artisanales et des produits de regime. Tome E. Paris 2 Dunod, **1967** : 676p
- **KOUIDRI A.**, Fibres alimentaires en pratique médicale courante: Effet du son d'orge et du seigle sur les troubles fonctionnels intestinaux et sur le métabolisme glucido-lipidique. Thèse de Magister. I.N.A., **1999**.
 - **Kuzmanovic K, 2004** *Process of Extracellular Digestion*. Sydney: University of Sydney, Australie.
- **Laaksonen DE, Toppinen LK et al, 2005** , Dietary carbohydrate modification enhances insulin secretion in persons with the metabolic syndrome. Am J Clin Nutr December; 82(6):1218-27.
- **LAHAYE M et KAEFFER B.** Seamed dietary fibers: Structure, physico-chemical and biological proprieties relevant to intestinal physiology. Science des aliments, **1997** : p.563-584.
- **LAIRON D.** Les fibres alimentaires. La recherche, N°21, **1990** : p. 284-290
- **LAIRON D.** Les fibres alimentaires: de la composition aux troubles métaboliques. Impact Médecin, N°115, **1991** : p.2-14.
- **LAIRON D.** Les fibres alimentaires: de la composition aux troubles métaboliques. Impact Médecin, N°115, **1991** : p.2-14.
- **Larpent J-P,1991.**les ferments microbiens dans les industries agroalimentaires(produits laitiers et canés) Ed Apria .paris.p 298.
- **Lauze, 2002** : « *Guide pratique de gestion d'un établissement public local* ». Volume 2 ; p87.
- **Leinonen KS, Poutanen KS, Mykkanen HM, 2000**, Rye bread decreases serum total and LDL cholesterol in men with moderately elevated serum cholesterol. J Nutr February;130(2):164-70.
- **Leveau Jean-Yves, Larpent Jean-Paul et Bouix Marielle, 1998** :« *Sécurité microbiologiques des procédés alimentaire* » ; F1120 ; © Techniques de l'Ingénieur, traité Agroalimentaire.
- **Leyral G.,Vierling E,2001.**Microbiologie et toxicologie des aliments :hygiène et sécurité alimentaire .Ed CNDP d'aquitaine 3^{em} édition :572p.
- **Loones, A.**, Laits fermentés par les bactéries lactiques. In : De Roissard H et Luquet FM, Bactéries Lactiques. Lorica, Uriage, (1994), 135-154.
- **Luquet F-M,1985.**Lait et produits laitiers.Vache,brebis,chèvre.Ed Tec et Doc-Lavoisier.1^{er} edition,pp 637 : 5-9,533-537.
- **Luquet FM. et Carrieu G., 2005** : « *Bactéries lactiques et pro biotiques* » ; Tec et doc Lavoisier ; Paris ; p445.
- **Luquet(F-M),1985** : Laits et produits laitiers : Transformation et technologie,Lavoisier :Technique et documentation :635p.

- **Luquet, F.M., Corrieu, G.,** Bactéries lactiques, de la génétique aux ferments. Lavoisier, (2005), 3-111.
- **Luquet.(F-M), 1990:** Lait et produits laitiers : vaches, brebis, chèvre. Les produits laitiers –transformations et technologies. 2^{ème} édition. Lavoisier : Technique et documentatio :637p.
- **Mahaut M., Jeantet R., Brulé G., Schuck P., 2000 :** « *Les produits industriels laitiers : produits fermentés et desserts lactés* » ; Edition Tec et doc, Lavoisier, Paris ; p194.
- **MARIN J. ET ZEE.** Disponibilité du calcium dans les produits laitiers en présence de sons de céréales, Science des aliments, **1997** : p. 523-530.
- **Mc Cleary, 2003,** Dietary fiber analysis. Proceedings of the Nutrition Society, 62 (1), p3-9.
 - **Moussard C, 2007,** Biochimie structurale et métabolique, p 76.
- **Multon, J.L .** Additifs et auxiliaires de fabrication dans les industries agro-alimentaires, (2002).
- **Multon, J-L, 1992.** Additifs et auxiliaires de fabrication dans les industries agro-alimentaires., Ed Tec et Doc-Lavoisier. A Paris. p :169-178.
- **Parabhasankar P., Haridas P., 1999 :** Lepids in wheat flower streams J. Cereal-Sci 30 (3) :315.
- **Prats J, Clement-Grandcourt, 1970,** Les céréales, p364.
 - **Remesy C, Emigne C, Levrat M A, 1994,** Le rôle des produits végétaux, en particulier les fibres, en nutrition préventive. Med et Nut N°30, 189-198.
- **REMEZY C., EMIGNE C., LEVRAT (M.-A.).** Le rôle des produits végétaux, en particulier les fibres, en nutrition préventive. Med et Nutr, **1994** :N°30, 189-198
- **Roberfroid , M.B., Coxam ,V., Delzenne, N.,** Aliments fonctionnels, Collection Sciences et techniques agroalimentaires, 2^o Edition. (2008)
- **Roissard et Luquet, 1993 :** « *Les bactéries lactiques* » ; Lavoisier. Paris, p589.
- **Romain J., Thomas C., Terre S. et Brulé G., 2006 :** « Science des aliments : Biochimie, Microbiologie, Procédés, produits » ; V1 ; Stabilisation biologique et physico-chimique ; Edition Tec et Doc –Lavoisier ; p383.
- **Rossels., Hurbet C., 2002 :** Les pains français évolution, qualité, production, Edition : MAE-ERTI.
- **ROUAU M., THIBAUT M.** Les fibres alimentaires . ed-A.P.R.I.A., **1987** : p.355
- **Sabegh A, Tsouri Ben Tsouri B, 2006,** l'enrichissement des pâtes alimentaires par l'incorporation du son et le suivi du produit pendant 5 mois de conservation, Mémoire de fin d'étude , FSAVB , Blida.
- **SAETTEL L.** Que sont les fibres 7 Leurs intérêts. Copyright, 2000 1 p.1-3.

- **SALVADGR V. et CHERBUT E.** Régulation du transit digestif par les fibres alimentaires. Cah Nutr.Diet, **1992** : p.290-298.
- **SALVADOR V. et CHERBUT E.** Régulation du transit digestif par les fibres alimentaires. Cah Nutr.Diet, **1992** : p.290-298.
- **SIMON H., CADACCIONI P., LECOEUR X.** Produire des céréales à paille. Paris: Technique & documentation Lavoisier, **1989** : 333p.
- **Singleton.P. ,1999:** Bactériologie.Paris :Dunod :415p
- **Spinnler Henry-Éric, 1998** : « *Transformation et conservation des produits agroalimentaires* » ; F 3450 ; © Techniques de l'Ingénieur, traité Agroalimentaire.
- **Tamime, A. Y. & Robinson, R. K. 1985.** Background to manufacturing practice. In Yoghurt. Science and technology. Tamime, A. Y. & Robinson, R. K. (Eds), Pergamon Press, Paris, 7-90.
- **Tamine A.Y., Robinson R.K., 1999,** Yoghurt: Science and Technology, Second
- **Tamine et Robenson ; 2001** : « *Technologie du lait : constitution, récolte, traitement, transformation du lait* »; 3^{ème} édition.
transformation du lait ; 3ème. La Maison Rustique. Paris.
- **Veisseyre R, (1992)** – Technologie du lait ; Constitution, récolte, traitement et
- **Verginga ,1973.**Biochemical processes in the production of yoghurt, les levain lactiques thermophyles,propriétés et comportement en technologie laitière :503p.
- **Williams MT, Hord NG, 2005,** The role of dietary factors in cancer prevention: beyond fruits and vegetables. Nutr Clin Pract August;20(4):451-9.

Annexe - 1-

a) Matériel utilisé

- Agitateur ;
- Appareil de Soxhlet ;
- Bain-marie ;
- Balance à précision ;
- Moulin traditionnel ;
- Burette ;
- Capsule.
- Centrifugeuse ;
- Dessiccateur ;
- Distillateur ;
- Etuve ;
- Four à moufle ;
- Minéralisateur ;
- Papier filtre ;
- pH mètre ;
- Tamis.

b) Réactifs

- Acide borique. ;
- Acide chlorhydrique ;
- Acide sulfurique ;
- Eau distillée ;
- Ether de pétrole ;
- Glucose ;
- Hydroxyde de sodium ;
- Phénol ;
- Soude ;
- Sulfate de cuivre ;
- Sulfate de potassium ;
- Liquor de Fehling ;

c) Verreries

- Anse à boucle
- Becher 250 ml et 50 ml
- Fioles jaugé de 100 et 200 ml
- Ballon de 250 ml
- Boites de pétries en plastiques de 90 mm de diamètre

- Erlen Meyer de 250 et 500 ml
- Pipettes de 0.1, de 10 et de 25 ml
- Pipettes pasteur
- Tubes à essai stériles

e) Appareillages (Photos)



« Dessiccateur »



« pH mètre »



« Etuve »



« Plansichter »



« Soxhlet »



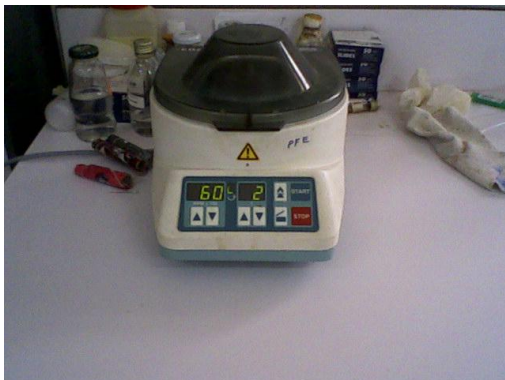
« Balance à précision »



« Agitateur »



« Minéralisateur »



« Centrifugeuse »



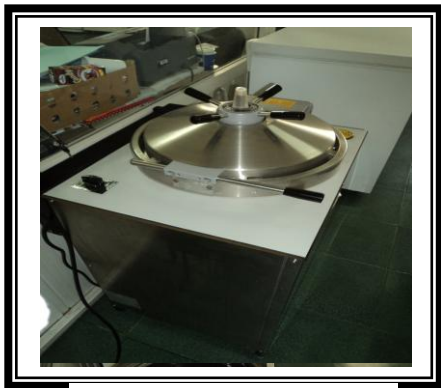
« Etuve d'incubation à 37°C »



Étuve d'incubation à 45°C



Bec benzène



Autoclave



Etuves d'incubation à 55°C

f)-Compositions des milieux de cultures

Plat count agar (PCA)

- Peptone 5g
 - Extrait de levure 2,5g
 - Glucose..... 1g
 - Eau distillée1000 ml
 - Autoclaver..... 20 mn à 120 °C
- pH= 5,4**



Gélose mannitol (Chapman)

- Extrait de viande..... 1g
- Peptone.....10g
- Chlorure de sodium..... 5g
- Mannitol..... 10g
- Rouge de phénol 25 mg
- Gélose..... 15 mg
- Eau distillée 1000 ml

pH= 7,4



Bouillon lactose à la poudre de bromocrésol (BCPL)

- Peptone 5g
- Extrait de viande3g
- Lactose10 g
- Poudre de bromocrésol 25 g
- Eau distillée 1000 mL

pH = 7

Eva-litsky (Bouillon)

- Peptone 20 g
- Glucose.....5 g
- Chlorure de sodium..... 5 g
- Phosphate dipotassique2,7g
- Phosphamotassique..... 2,7 g
- Eau distillée 1000 mL

PH = 6,8 à 7

Bouillon au sélénite de sodium et la caséine (SFB)

- Peptone tryptine de caséine5 g
- Cystéine 0,01 g
- Lactose4 g
- Phosphate de sodium10 g
- Sélénite de sodium4 g
- Eau distillée..... 1000 mL

pH = 7

Gélose viande foie(VF)

- Extrait viande fois30 g
- Glucose..... 2g
- Amidon2 g
- Gélose..... 12 g

pH = 7,6

Milieu Sabouraud

- Peptone de viande 5g
- Peptone de caséine 5g
- Glucose..... 20 g



- Eau distillée..... 1000 mL
pH = 6,3

- Eau physiologique

Chlorure de Sodium.....9 g
Eau distillé.....1000 mL

- Bouillon Giolitti Cantonii

Peptone de caséine.....10 g
Extrait de viande.....5 g
Extrait de levure.....5 g
Pyruvate de sodium.....3 g
Chlorure de sodium.....5 g
Eau distillé.....1000 mL

-SFB

Peptone.....5 g
Tryptone.....5 g
Manithol.....4 g
Phosphate d'isodique.....4 g
Eau distillé.....1000 mL

Millieu Hektoen

Peptone pepsine de viande.....15 g
Extrait de viande.....3g
Extrait de levure.....3 g
Lactose.....12 g
Salicine.....2 g
Saccharose.....12 g
Chlorure de sodium.....5 g
Sels biliaires.....4 g

Bleu de bromothymol.....0,064 g
Fuchine acide.....0,1g
agar agar.....18 g
Eau distillé.....1000mL

- Milieu Roth

Extrait de viande de bœuf1,5 g
Tryptone.....15 g
Glucose.....7,5 g
Chlorure de sodium.....7,5 g
Eau distillée.....1000mL

Annexes II

-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

-Table de NPP

1*50 mL	5*10MI	5*1mL	Nombre caractéristique	Limite d'inférieur	supérieur
0	0	0	<1		
0	0	1	1	<0.5	4
0	0	2	2	<0.5	6
0	1	0	1	<0.5	4
0	1	1	2	<0.5	6
0	1	2	3	<0.5	8
0	2	0	2	<0.5	6
0	2	1	3	<0.5	8
0	2	2	4	<0.5	11
0	3	0	3	<0.5	8
0	3	1	5	<0.5	13
0	4	0	5	<0.5	13
1	0	0	1	<0.5	4
1	0	1	3	<0.5	8
1	0	2	4	<0.5	11
1	0	3	6	<0.5	15
1	1	0	3	<0.5	8
1	1	1	5	<0.5	13
1	1	2	7	1	17
1	1	3	9	2	21
1	2	0	5	<0.5	13
1	2	1	7	1	17
1	2	2	10	3	23
1	2	3	12	3	28
1	3	0	8	2	19
1	3	1	11	3	26
1	3	2	14	4	34
1	3	3	18	5	53
1	3	4	21	6	66
1	4	0	13	4	31
1	4	1	17	5	47
1	4	2	22	7	59
1	4	3	28	9	85
1	4	4	35	12	10
1	4	5	43	15	120
1	5	0	24	8	75
1	5	1	35	12	1
1	5	2	54	18	140
1	5	3	92	27	220
1	5	4	160	39	450
1	5	5	240		

FICHE DE DÉGUSTATION :

Nom :

date de dégustation :

Prénom :

Fonction :

SAVEUR				
	sucré	salé	acide	amère
Produit A				
Produit B				

Evaluation : (+)/(-)

texture			
	Aspect	Viscosité	Month feel(aspect en bouche)
Produit A			
ProduitB			

Evaluation : 1-très bon ;2-bon ;3-moyen ;4-médiocre

	Gout	couleur	odeur
ProduitA			
ProduitB			

Evaluation : 1-très bon ;2-bon ;3-moyen ;4-médiocre

Figure n° : Une fiche de dégustation

FICHE CLINIQUE DU PATIENT

État civil : Nom : prénom : Activité : Age : 63
Sexe :

symptômes		J0	J5	J10	J15	J20
Constipation	Terminal					
	Transit					
	Mixte					
Douleur						
Ballonnement						
Emission de gaz						
Aérophagie						
Nbr de selles	Jours/Semaine					
Type de selles :	1-boules dures séparées 2-selle dures sec faite en grumeaux apparents 3-selles moulée et craquelée 4-Selle , moulée lisse et molle. 5- morceaux solides mais mous. 6-selles pâteuses avec des morceaux solides. 7-selles liquides					

Tableau X: Les résultats d'analyses physico-chimiques de son de seigle avant pasteurisation

Composants en% de MC	E 1	E 1	E3	Moyenne	ecart type
Teneur en eau	14,29	14,58	15,43	14,7666667	0,48375843
Cendres	2,05	3,45	2,98	2,82666667	0,58174068
Acidité grasse	0,005	0,006	0,004	0,005	0,001
Teneur en protéine	16,8	17,5	16,7	17	0,35590261
Matière grasse	2,764	3,54	3,09	3,315	0,225
Cellulose brute	7,81	7,35	7,1	7,42	0,29405215

Tableau XV : Variation de l'acidité au cours de stockage à deux températures

Temps	6°C	12°C	Normes
J0	81	81	80-100
J7	82	94	
J14	98	107	
J21	100	118 ,5	
J28	105	120	

Normes de Trèfle

Tableau XVI: Variation de PH au cours de stockage à deux températures

Temps	6°C	12°C	Normes
J0	4,38	4,3	4,2-4,45
J7	4,3	4,28	
J14	4,27	4,23	
J21	4,22	4,15	
J28	4,10	4,06	

Normes de Trèfle

Tableau XXI : Résultats d'évaluation de constipation au cours de consommation du yaourt

Patients	J0	J5	J10	J15	J20	J25	J30
1	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	1	0	0	0	1
3	0	1	1	1	1	1	1
4	0	1	1	1	1	1	1
5	0	0	0	1	1	1	1
6	0	0	0	1	1	1	1
7	0	0	1	1	1	1	1
8	0	1	1	1	1	1	1
9	0	0	1	1	1	1	1
10	0	0	0	1	1	1	1
11	0	1	0	1	1	1	1
12	0	0	1	1	1	1	1

Tableau XXII : Résultats d'évaluation des douleurs au cours de consommation du yaourt

patients	J0	J5	J10	J15	J20	J25	J30
1	1	0	0	0	0	0	0
2	1	1	0	1	2	0	0
3	2	1	1	1	1	0	0
4	1	1	0	0	0	0	1
5	0	0	0	0	0	0	2
6	0	1	0	0	0	0	0
7	1	1	1	2	2	2	1
8	2	1	1	0	0	0	0
9	1	1	0	0	0	0	1
10	1	1	1	1	1	1	1
11	2	0	1	0	0	0	0
12	1	1	1	1	0	0	0

Tableau XXIII : Résultats d'évaluation de ballonnement au cours de consommation du yaourt

patients	J0	J5	J10	J15	J20	J25	J30
1	1	1	0	1	0	0	0
2	2	1	1	1	1	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0
4	1	1	0	0	0	0	0
5	1	1	1	0	0	0	1
6	1	1	1	1	0	0	0
7	2	1	1	1	0	0	0
8	2	1	1	0	0	0	1
9	1	0	0	1	1	0	1
10	1	1	2	1	0	0	1
11	2	1	0	0	0	0	1
12	2	2	1	1	0	0	0

Tableau XXIV: Résultats d'évaluation d'émission des gaz au cours du consommation du yaourt

	J0	J5	J10	J15	J20	J25	J30
1	1	1	1	1	1	1	1
2	2	2	4	1	2	4	4
3	1	2	4	3	2	4	4
4	2	6	7	3	3	4	4
5	2	4	2	4	4	4	4
6	2	4	3	4	4	4	4
7	1	3	4	4	3	4	4
8	2	3	4	2	3	3	4
9	2	3	4	4	4	4	4
10	2	2	2	3	4	4	4
11	1	3	3	7	4	4	4
12	1	2	2	3	4	4	4

