

Résumé

L'essai de la formulation d'un nouveau produit à base de fromage frais et de poudre de cresson a été réalisé. L'objectif étant d'obtenir un produit complet riche en protéines et lipides et aussi en oligoéléments et vitamines destiné aux personnes qui ont des fractures ou des ostéoporoses.

Les tests sensoriels des 3 formules ont porté sur le goût, la texture, l'aspect et la couleur ; les 2 produits de la 1ère formulation à base de 1g de graines de cresson ou 1g de poudre de cresson avaient un goût très piquant et un aspect trop chargé. Ils ont été rejetés par les dégustateurs qui leur ont attribué des scores moyens de 1.49/5, 1.89/5 respectivement (0 : très mauvais/ 1 : mauvais/ 2 : moyen/ 3 : assez bon/ 4 : bon / 5 : très bon). Dans le 2ème essai, seule la poudre a été retenue avec une concentration plus faible (0.5%). Le goût et l'aspect ont été corrigés par l'ajout de sirop de saccharose (additionné d'arôme de miel) à 25%. Ce produit a accusé une nette amélioration du goût et atteint un score moyen de (3.41/5) mais il reste déficitaire (trop sucré et un arrière-goût amer). Ceci a été ajusté dans la formule 03 par l'incorporation de 0.06 g d'acide citrique dans le sirop et en diminuant encore la teneur en poudre à 0.25%. Ce produit a été bien apprécié par les dégustateurs et atteint un score de (3.29/5), dont (le goût : 3.67/5, la couleur : 3.25/5, l'aspect : 3.00/5, la texture : 3.25/5).

Le suivi des paramètres physicochimique pendant 15 jours de conservation à 4°C de la 3ème formule adoptée et aussi microbiologique que pour le produit C révèle : une influence sur les paramètres physicochimique se traduit par une augmentation remarquable de l'extrait sec total de (27.77%), une diminution du pH et une diminution du taux de la matière grasse, une stabilité microbiologique qui se traduit par l'absence des germes totaux et fécaux et apparition des levures et moisissures ce qui indique leur date limite de conservation.

Mots clés : Fromage frais, Graines de cresson *Lepidium sativum* L, Analyse sensorielle, Analyse physicochimique.

SOMMAIRE

Introduction.....	01
-------------------	----

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre I : Généralités sur les fromages

I.1.Historique du fromage.....	02
I.2.Définition du fromage.....	02
I.3.Classification des fromages.....	02
I.4. Composition, intérêt nutritionnel et diététiques des fromages.....	03
I.5.Les grandes étapes de transformation.....	04

Chapitre II : Fromage frais

II.1.Définition du fromage frais.....	07
II.2.Caractéristique physicochimiques.....	07
II.3.Fabrication.....	07
II.3.1. Matière première	07
II.3.2.Procédé et technologie de fabrication.....	09
II.4.Types des fromages frais.....	12
II.5. Intérêt nutritionnelle.....	12

Chapitre III : Additifs alimentaire

III.1.Définition des additifs.....	14
III.2.Classement des additifs.....	14
III.3.Arômes.....	15
III.4.Additif naturels.....	15
III.4.1.Epice et condiments.....	15
III.4.2.Extrait et molécule	15

Chapitre IV:Cresson de jardin

IV.1. Historique	17
IV.2. Systématique de l'espèce <u>Lepidium sativum</u> <u>L</u>	17
IV.3. Nomenclature	18
IV.4. Répartition géographique de <u>Lepidium sativum L</u>	18
IV.5. Morphologie	18
IV.6. Usages de la plante	20
IV.7. Composition	20
IV.8. Métabolisme secondaire et l'effet bénéfique	21

PARTIE EXPERIMENTALE

Chapitre I: Matériel et Méthodes

Lieu de stage et objectif	23
I. Matériel	23
I.1. Fromage frais	23
I.2. Graine de cresson	23
II. Méthode	24
II.1. Formulation du produit	24
II.1.1. Formule n°01	25
II.1.2. Formule n°02	25
II.1.3. Formule n°03	26
II.2. Analyses physicochimiques	27
II.3. Analyses sensorielles	32
II.4. Analyses microbiologiques	32

Chapitre II : Résultat et discussion des analyses physicochimique, sensorielle et microbiologique

I.1. Analyses sensorielles	35
I.2.1. Formule 01	35

I.2.2. Formule 02	36
I.2.3. Formule 03	37
II.1. Analyses physicochimiques.....	40
II.1.1. Poudre de cresson.....	40
II.1.2. Sirop	40
II.1.3. Nouveau produit et produit fini.....	41
II-3-Analyses microbiologiques.....	44
Conclusion	46
Références bibliographiques.....	47
Annexes.	

LISTE DES TABLEAUX

Titre.....**page**

Partie bibliographique

Tableau I: Classification des fromages en fonction de la consistance, de la teneur en matière grasse et des principales caractéristiques d'affinage.....03

Tableau II:Composition moyenne des principaux fromages pour 100g.....04

Tableau III: Les différents types de lait utilisé dans la fabrication des fromages sont d'origine de vache, brebis, chèvre qui diffèrent dans leurs valeurs nutritives.....08

Tableau IV: Les genres de ferments lactiques les plus importants impliqués dans les produits alimentaires.....09

Tableau V:Composition moyenne d'un fromage frais type « petite suisse » pour 100 g de produit frais.....13

Tableau VI: Additifs alimentaires selon leur catégorie.....14

Tableau VIII:Composition de la graine de cresson.....20

Tableau IX: Propriétés physicochimiques de Lepidium sativum la poudre de mucilage.....21

Partie expérimentale

Tableau IX : Nombre de boîtes prélevées par essai et par palette.....23

Tableau X :Les moyennes d'analyse sensorielle du 1er essai.....35

Tableau XI :Les moyennes d'analyse sensorielle de la formule issue du 2^{ème} essai.....36

Tableau XII :Les moyennes d'analyse sensorielle du 3^{ème} essai.....37

Tableaux XIII : résultats d'analyse physicochimique de la poudre de cresson.....40

Tableau XIV : résultat d'analyse physicochimique du sirop.....40

Tableau XV: Résultats des analyses microbiologiques de nouveau produit.....	44
--	-----------

LISTE DES FIGURES

Figure	page
---------------------	-------------

Partie bibliographique

Figure1 : Diagramme de la fabrication du fromage fraiche selon la laiterie de Beni Tamou.....	11
--	-----------

Figure2: Morphologie de la plante(c) , florescence(b), et graine (a)de Cresson <i>Lepidiumsativum</i>. (tellabotanica).....	19
--	-----------

Figure 3 : Structure des couches de recouvrement des graines.....	19
--	-----------

Partie expérimentale

Figure4 :Résultats d’analyses sensorielles du 1er essai produit A et B.....	35
--	-----------

Figure5:Résultats d’analyses sensorielles du 2éme.....	36
---	-----------

Figure6:Résultats d’analyses sensorielles 3éme essai.....	38
--	-----------

Figure 7 :Les produits A, B, C, D.....	39
---	-----------

Figure8:Evolution de l’humidité de fromage au cours de conservation.....	41
---	-----------

Figure9 :Evolution de la matière grasse au cours de conservation.....	42
--	-----------

Figure 10 :Evolution de potentiel hydrique au cours de conservation.....	42
---	-----------

Figure 11:Evolution de l’extrait sec total au cours de conservation.....	43
---	-----------

ملخص

تم إجراء تجربة لصياغة منتج جديد يعتمد على الجبن الطازج ومسحوق الجرجير. الهدف هو الحصول على منتج كامل غني بالبروتينات والدهون وأيضاً في العناصر النادرة والفيتامينات للأشخاص الذين يعانون من كسور أو هشاشة العظام.

ركزت الاختبارات الحسية للصيغ الثلاث على المذاق والملمس والمظهر واللون؛ كانت المنتجات 2 من الصيغة الأولى على أساس 1 غرام من بذور الجرجير أو 1 غرام من مسحوق الجرجير لها طعم لاذع للغاية ومظهر زائد. تم رفضهم من قبل المتذوقين الذين منحهم متوسط درجات من 1.49 / 5 ، 1.89 / 5 على التوالي (0: سيئ جداً / 1: سيئ / 2: متوسط / 3: جيد بما فيه الكفاية / 4: جيد / 5: جيد جداً). في الاختبار الثاني، تم الاحتفاظ بالمسحوق فقط بتركيز أقل (0.5%). تم تصحيح الطعم والمظهر عن طريق إضافة شراب السكر (مع نكهة العسل) إلى 25 درجة مئوية. أظهر هذا المنتج تحسناً ملحوظاً في الطعم ووصل إلى متوسط درجة (3.41 / 5) ولكنه لا يزال قاصراً (مذاق حلو ومرر للغاية). تم تعديل هذا في من خلال دمج 0.06 جم من حمض الستريك في الشراب وزيادة تقليل محتوى المسحوق إلى 0.25%. Formula 03 وأعرب عن تقديره هذا المنتج بشكل جيد من قبل المتذوقين وتحقيق درجة من (3.29 / 5)، (الذوق: 3.67 / 5، اللون: 3.25 / 5، والمظهر: 3.00 / 5، نسيج: 3.25 / 5).

اعتمدت وأيضاً الميكروبيولوجية RD رصد المعلمات الفيزيائية خلال 15 يوماً من تخزين عند 4 درجات مئوية الصيغة 3 يكشف: تأثير على المعلمات النتائج الفيزيائية في زيادة ملحوظة في إجمالي استخراج الجافة (27.77%)، C للمنتج انخفاض في درجة الحموضة وانخفاض مستويات الدهون والاستقرار الميكروبيولوجي مما يؤدي إلى عدم وجود الجراثيم الكلية والبرازية ومظهر من الخمائر والفطريات مما يدل تاريخ حياتهم

، التحليل الحسي ، التحليل الفيزيائي الكيميائي *Lepidium sativum* L الكلمات المفتاحية: الجبن الطازج ، بذور الجرجير

The trial of the formulation of a new product based on fresh cheese and watercress powder has been carried out. The goal is to obtain a complete product rich in proteins and lipids and also in trace elements and vitamins for people who have fractures or osteoporosis.

The sensory tests of the 3 formulas focused on taste, texture, appearance and color; the 2 products of the 1st formulation based on 1g of watercress seeds or 1g of watercress powder had a very pungent taste and an overloaded appearance. They were rejected by the tasters who gave them average scores of 1.49 / 5, 1.89 / 5 respectively (0: very bad / 1: bad / 2: average / 3: good enough / 4: good / 5: very good). In the second test, only the powder was retained with a lower concentration (0.5%). The taste and appearance were corrected by the addition of sucrose syrup (supplemented with honey flavor) to 25%. This product showed a marked improvement in taste and reached an average score of (3.41 / 5) but it remains deficient (too sweet and bitter aftertaste). This was adjusted in Formula 03 by incorporating 0.06 g of citric acid into the syrup and further decreasing the powder content to 0.25%. This product was well appreciated by the tasters and reached a score of (3.29 / 5), of which (the taste: 3.67 / 5, the color: 3.25 / 5, the appearance: 3.00 / 5, the texture: 3.25 / 5).

The monitoring of the physicochemical parameters for 15 days of storage at 4 ° C of the third formula adopted and also microbiological as for the product C reveals: an influence on the physicochemical parameters results in a remarkable increase of the total dry extract of (27.77 %), a decrease in pH and a decrease in the fat content, a microbiological stability that results in the absence of total and fecal germs and the appearance of yeasts and molds, which indicate their shelf-life.

Key words: Fresh cheese, Watercress seeds *Lepidium sativum* L, Sensory analysis, Physicochemical analysis.

Introduction :

L'Algérie a une tradition bien établie sur les produits laitiers, qui a un aspect important de la culture Algérienne. Cette tradition est transmise d'une génération à une autre à travers des siècles. **(Bourbouze., 2003)**.

Les fromages ont la valeur alimentaire la plus précieuse des groupes d'aliments, connus spécialement pour leurs effets bénéfiques sur la croissance, la grossesse, et certains états de maladie. Le fromage frais contient tous les nutriments qui existent dans le lait (vitamine, protéines et oligoéléments) ; par contre il est dépourvu comme la plus part des fromages, de certain oligoéléments (fer) et vitamines (l'acide folique, vitamines B1, B9 et C) **(Boumendjel., 2005)**.

Il existe plusieurs types de fromage frais **(Raiffaud et al., 2017)**, parmi les produits les plus demandés, on trouve les fromages aromatisés par des arômes naturelles comme les épices, les condiments et les herbes aromatiques tels que le persil, le thym, l'ail...etc.

Les graines de cresson *lepidiumsativum* L contiennent une forte proportion en sucres (77,03 %) et de faibles teneurs en protéine (2.45%) et lipides (1,85%), ils contiennent aussi des minéraux de base dont le calcium, et potassium **(Karazhiyan et al, 2011)**, ils possèdent également des effets thérapeutiques non négligeables comme la diminution de taux de cholestérol **(Diwakara et al., 2008)**, effets antioxydants **(Diwakara et al. 2010)**, réduire le taux du glucose sanguins **(Shuka et al., 2012)**.

Ils sont largement mélangés avec le miel pour exciter l'appétit et pour redonner des forces aux convalescents **(Baba Aissa, 2011)**,

Vu la valeur nutritive de ces graines il apparait intéressant de les incorporer dans le fromage frais dont l'objectif d'obtenir un produit riche en protéines et lipides et aussi en oligoéléments et vitamines.

Dans cette optique, notre étude a porté sur :

- La formulation d'un fromage frais additionné par les graines ou la poudre de cresson.
- Propriétés physicochimique du nouveau produit en comparaison avec le fromage frais naturel.
- Détermination du profil sensoriel.
- Etude de sa stabilité au cours de la conservation pendant 15 jours.

Le contenu de ce mémoire est constitué de deux parties ; la partie de la synthèse bibliographique portant sur généralité des fromages, fromage frais, additifs alimentaire et cresson de jardin.

La deuxième partie décrit l'ensemble des moyens expérimentaux et les résultats obtenus, interprété et discutés terminé par conclusion.

Lieu de stage :

Notre stage a été effectué au niveau du laboratoire de contrôle de qualité au sein de la laiterie fromagère de « Beni Tamou » dans une zone d'activité à 10Km au nord-ouest de la ville de Blida. Durant la période s'étalant du 28 février 2018 au 30 avril 2018.

Objectif :

- ✓ objectif de notre travail consiste à contrôler la qualité physicochimique, microbiologique et sensoriel d'un nouveau produit formulé à base de fromage frais « Lactel » et la poudre de grain de cresson dans le but d'avoir un produit de bonne qualité nutritionnel et stable pendant son stockage.

I. Matériel : (voir annexe)

I.1) Fromage frais : les échantillons de fromage frais « Lactel » sont prélevés aléatoirement au niveau de l'atelier de conditionnement où ils sont stockés à 04°C.

Afin de réaliser les essais un nombre de 25 pots de 80 g sont prélevés selon le tableau (X).

Tableau (X) : Nombre de boites prélevées par essai et par palette.

	Essai n°01	Essai n°02	Essai n°3
dates des prélèvements	le 22/03/2018	le 27/03/2018	01/03/2018
palette n°01	3	3	2
palette n°06	3	3	3
palette n°09	2	3	3

I.2) grain de cresson :

* Les grains de cressons ont été procuré le 07/02/2018 chez un herboriste au niveau du marché de « Bab Sept » ville de Blida. Les graines ont été débarrassés des impuretés, lavés et séchés à l'air libre ensuite conservés dans des boites en plastique stériles et dans un endroit sec jusqu'à le jour de leurs utilisation.

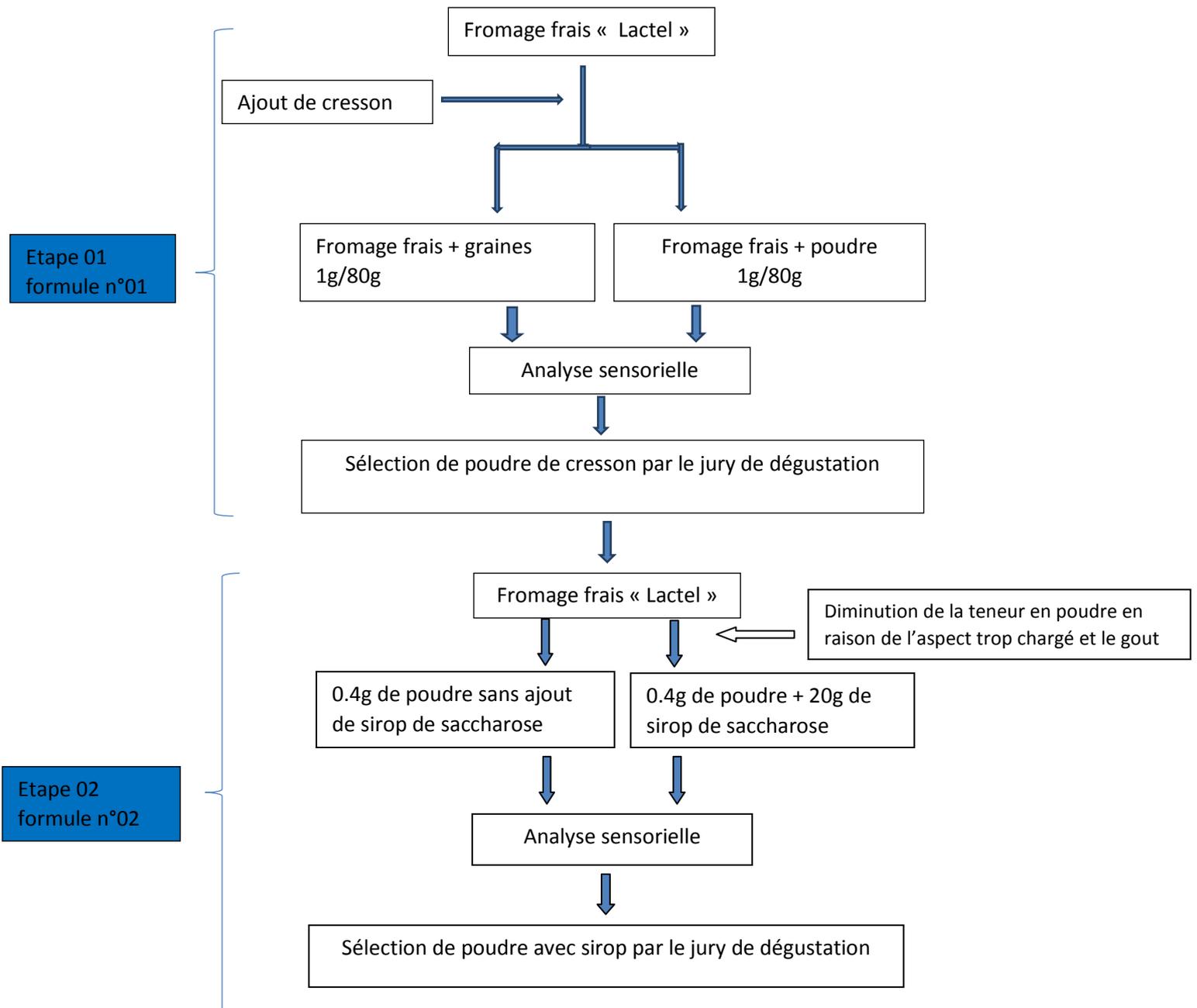
* poudre de graines de cresson : les graines ont été finement broyées par un mixeur qui n'a pas été utilisé avant pour éviter toute source de contamination ensuite pesé proprement pour l'utilisation.

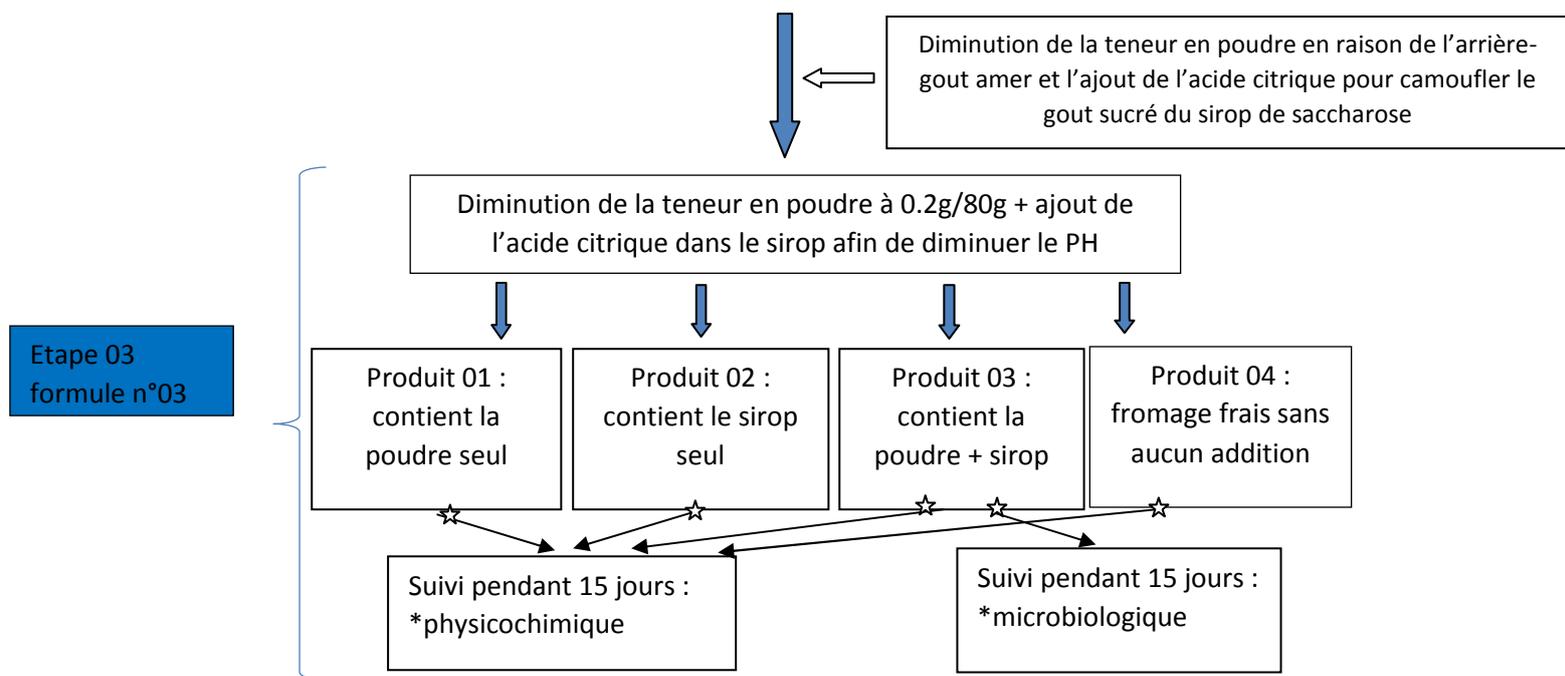
II .Méthode :

II .1) Formulation du produit :

Les essais de formulation du fromage frais additionné par le cresson sont représentés dans la figure (4).

Figure (4) : diagramme de formulation d'un nouveau produit additionné par le cresson..





II-1-1- Formule n°01 :

Dans le premier essai, 08 pots de produit fini « Lactel » ont été prélevés dont :

- 04 pots sont additionnés par 1g de grain de cresson par pot ;
- 04 pots sont additionnés par la poudre de cresson 1g par pot ;

* Sur la palliasse qui a été désinfecté par le gel désinfectant, la poudre et les grains de cresson sont rajoutés aux pots et mélangées soigneusement avec une pipete pasteur stérilisé pour ne pas altérer la texture et afin de réduire le risque de contamination de produit.

* Les produits sont recouverts par un papier Aluminium nettoyé par le gel désinfectant au fur et au mesure après l'ajout.

* Une analyse sensorielle a été faite pour cette première préparation, où les jurys ont sélectionnés le produit qui contient la poudre de cresson.

II-1-2- Formule n°02 :

*Après la dégustation nous avons passé à une deuxième formulation.

- 03 pots sont additionnés par 0.4g de poudre de cresson seul dans un poids net de produit fini de 80g c'est-à-dire une concentration de poudre égale à 0.5 % ;
- 03 pots sont additionnés par la même quantité de poudre avec l'ajout de sirop de saccharose à une concentration de 0.60 % qui est défini comme suite :

$$C (\text{sirop}) = m (\text{sucre}) / V_t$$

C = concentration

m = masse

V_t = volume total

* Le sirop est préparé par le mélange de :

- 50g de saccharose dans 33 g d'eau
- 0.12g d'arôme de miel
- 0.06g d'acide citrique
- 0.02g de caraghuinane

Pesé 50g de sucre caramélisé dans un flacon stérile après avoir taré la balance puis ajouté 33g d'eau contenant dans un bécher stérile puis fermé le flacon et incorporé le mélange dans un bain marie chauffé à 90°C avec agitation pour faire solubiliser le sucre.

Après la solubilisation du sucre, 0.12g d'arôme de miel et 0.02g de caraghuinane préparés dans des TPS (Tube Stérile) sont ajoutés. Le mélange est laissé refroidir à 3°C pendant 15 min, puis le laissé à température ambiante 25°C pendant 30 minutes.

- Après avoir versé les ingrédients dans le produit fini le mélange du contenu est faite de la même façon et par le même matériel que le premier essai.
- Ensuite une analyse sensorielle est faite comme le premier essai où les jurys ont sélectionnés le produit qui contient la poudre de cresson et le sirop de saccharose.

II-3-1- Formule n°03 :

Suite aux résultats des analyses sensorielles de la 2^{ème} formule, dans le 3^{ème} essai nous avons diminué la teneur en poudre de cresson, en ajoutant 0.2g (0.22%) de la poudre de cresson dans le produit fini puis versé la même quantité de sirop de saccharose sauf qu'il est modifier en le rendant plus acide par l'ajout de 0.06g d'acide citrique et mélangé le tout par le même matériel et la même façon que la précédente pour garder la texture.

-02 pots du dernière produit rajoutés par la poudre et le sirop est confronté à un 02 pot : témoins négatif (fromage frais « Lactel ») ;

Et 2 témoins positifs :

- 02 pots : sont rajoutés par la poudre de cresson seul
- 02 pots : sont rajoutés par le sirop seul

Une suivi sensorielle, physicochimique pendant 15 jours a été effectuée et microbiologique que pour le produit contenant la poudre et le sirop.

- Déposer plusieurs gouttes de l'échantillon (sirop de saccharose ou préparation du fromage frais) sur la surface du prisme ; le liquide déposé sur le plateau du prisme doit être exempt de bulles d'air ou de particules flottantes.
- Fermer le couvercle du prisme.

➤ **Expression des résultats**

Pour que la lecture soit exacte, orienter l'instrument vers la lumière. Au besoin, effectuer une mise au point de l'oculaire jusqu'à obtention d'une image nette.

La teneur en matière sèche soluble est indiquée par la position, sur la graduation verticale, de la ligne de démarcation séparant la zone claire de la zone sombre.

II-3- Analyses sensorielles

Une analyse sensorielle a été effectuée au niveau de la laiterie de « Beni Tamou » par 15 personnes du personnels du service qualité dont 12 hommes et 03 femmes, qui ont jugé notre préparation en évaluant les paramètres suivants : le gout, la couleur, l'aspect et la texture ; en prenant en compte et est-ce que le dégustateur est un fumeur ou non.

Le dégustateur prend une coupe d'eau après chaque dégustation sans lui informé de quoi le produit est-il. Chaque juge doit remplir la fiche de dégustation (annexe) et évalue le produit selon un barème allant de 0 à 5 (0 : très mauvais/ 1 : mauvais/ 2 : moyen/ 3 : assez bon/4 : bon /5 : très bon).

II-4-Analyses microbiologiques

Cette analyse a été réalisée uniquement pour le suivi du 3^{ème} produit pendant 15 jours de conservation.

Les analyses microbiologiques reposent sur la recherche et le dénombrement des germes les plus significatifs de l'état hygiénique du produit, nous avons effectué :

- La recherche et le dénombrement des groupes de germes indicateurs de contamination fécale qui sont les coliformes totaux et fécaux ;
- La recherche et le dénombrement des levures et des moisissures

II-4-1- Préparation des échantillons :

Le diluant utilisé pour faire la dilution est le K2 (dipotassium), il doit assurer la sécurité des micro-organismes sans favoriser leur multiplication. La dilution est effectuée dans des conditions aseptiques.

- ✓ Prélever 9g de la préparation et l'introduit dans un sachet stérile de type Stomacher et complété par le diluant K2 jusqu'à l'obtention d'un volume de 90 ml.
- ✓ Dissoudre et homogénéiser la suspension dans un Stomacher, on obtient donc la suspension mère.

II- Matériel et méthodes

Lieu de stage :

Notre stage a été effectué au niveau du laboratoire de contrôle de qualité au sein de la laiterie fromagère de « Beni Tamou » dans une zone d'activité à 10Km au nord-ouest de la ville de Blida. Durant la période s'étalant du 28 février 2018 au 30 avril 2018.

Objectif :

l'objectif de notre travail consiste à contrôler la qualité physicochimique, microbiologique et sensoriel d'un nouveau produit formulé à base de fromage frais « Lactel » et la poudre de grain de cresson dans le but d'avoir un produit de bonne qualité nutritionnel et stable pendant son stockage.

II-1. Matériel : (voir annexe)

II.1.1 Fromage frais

Les échantillons de fromage frais « Lactel » sont prélevés aléatoirement au niveau de l'atelier de conditionnement où ils sont stockés à 04°C.

Afin de réaliser les essais un nombre de 25 pots de 80 g sont prélevés selon le tableau (10).

Tableau (10) : Nombre de boîtes prélevées par essai et par palette.

	Essai n°01	Essai n°02	Essai n°3
dates des prélèvements	le 22/03/2018	le 27/03/2018	01/03/2018
palette n°01	3	3	2
palette n°06	3	3	3
palette n°09	2	3	3

II .1.2 grain de cresson :

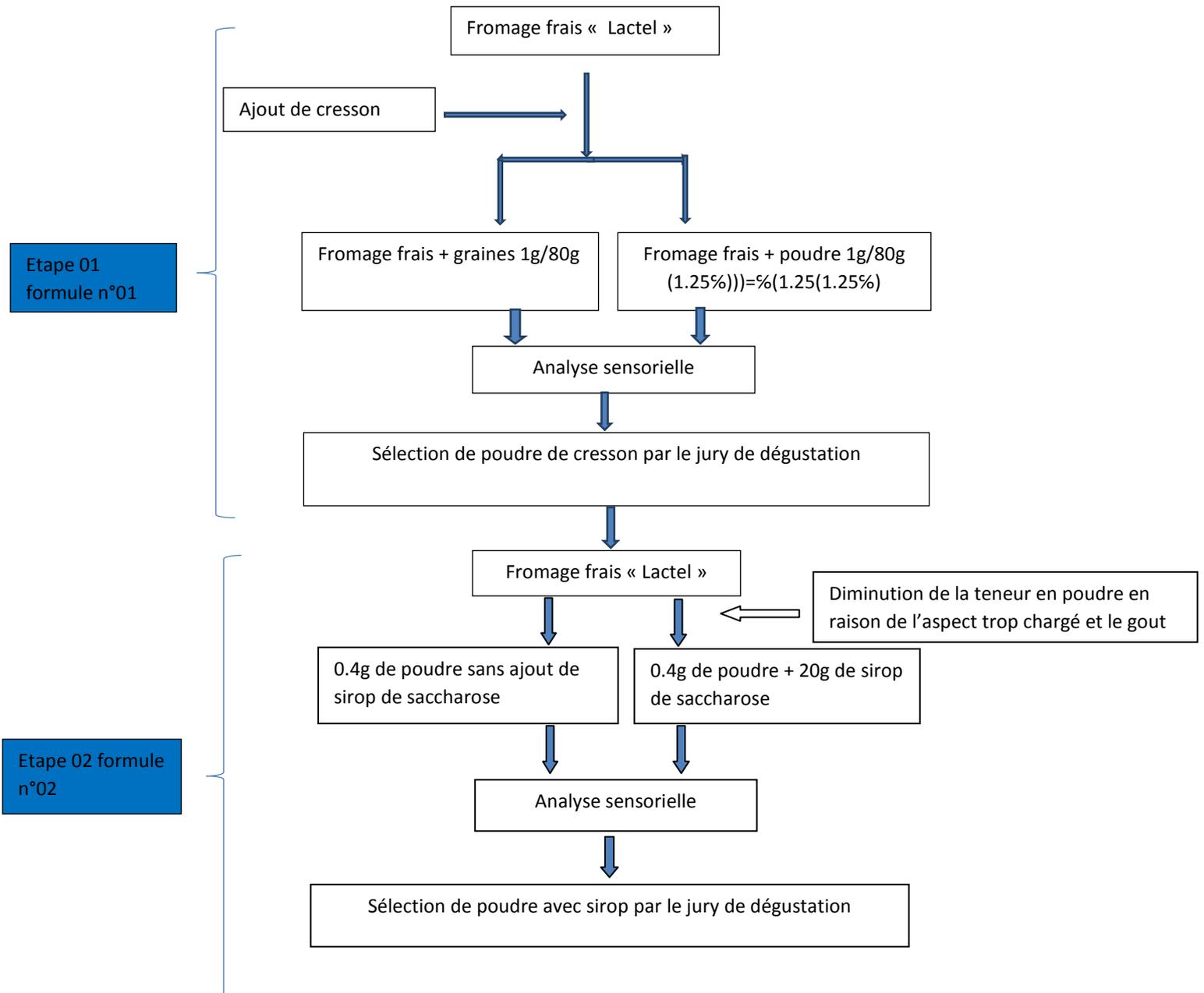
Les grains de cressons ont été procurés le 07/02/2018 chez un herboriste au niveau du marché de « Bab Sept » ville de Blida. Les graines ont été débarrassées des impuretés, lavées et séchées à l'air libre ensuite conservées dans des boîtes en plastique stériles et dans un endroit sec jusqu'à le jour de leur utilisation.

Poudre de graines de cresson : les graines ont été finement broyées par un mixeur qui n'a pas été utilisé avant pour éviter toute source de contamination ensuite pesées proprement pour l'utilisation.

II.Méthodes :

II .1) Formulation du produit :

Les essais de formulation du fromage frais additionné par le cresson sont représentés dans (la figure 4).



Matériel et méthodes

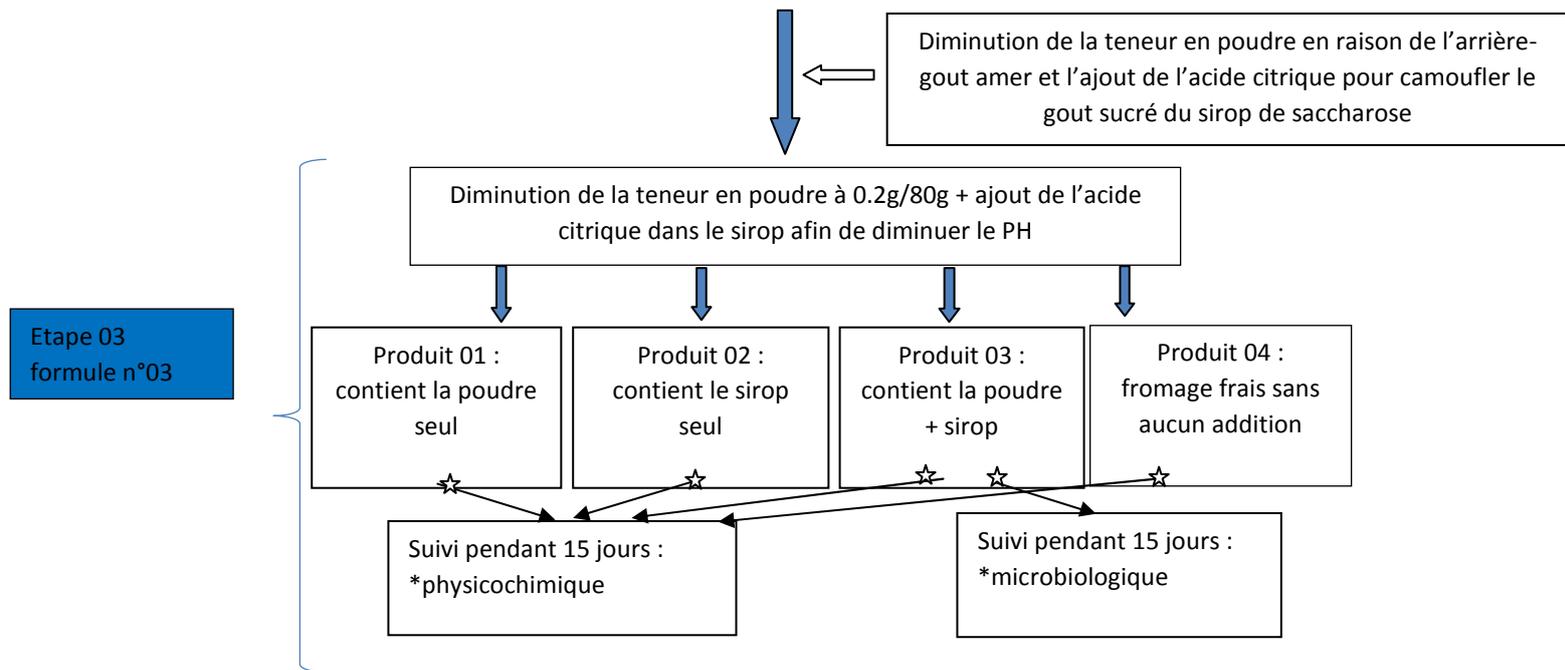


Figure 4 : diagramme de formulation d'un nouveau produit additionné par le cresson.

II-2-2- Formule n°01 :

Dans le premier essai, 08 pots de produit fini « Lactel » ont été prélevés dont :

- ✓ 04 pots sont additionnés par 1g de grain de cresson par pot
- ✓ 04 pots sont additionnés par la poudre de cresson 1g par pot

Sur la palliase qui a été désinfecté par le gel désinfectant, la poudre et les grains de cresson sont rajoutés aux pots et mélangées soigneusement avec une pipete pasteur stérilisé pour ne pas altérer la texture et afin de réduire le risque de contamination de produit.

Les produits sont recouverts par un papier Aluminium nettoyé par le gel désinfectant au fur et au mesure après l'ajout.

Une analyse sensorielle a été faite pour cette première préparation, ou les jurys ont sélectionnés le produit qui contient la poudre de cresson.

II-2-3- Formule n°02 :

Après la dégustation nous avons passé à une deuxième formulation.

- 03 pots sont additionnés par 0.4g de poudre de cresson seul dans un poids net de produit fini de 80g c'est-à-dire une concentration de poudre égale à 0.5 % ;
- 03 pots sont additionnés par la même quantité de poudre avec l'ajout de sirop de saccharose à une concentration de 0.60 % qui est défini comme suite :

$$C(\text{sirop}) = m(\text{sucres})/Vt$$

C = concentration m = masse Vt = volume total

* Le sirop est préparé par le mélange de :

- 50g de saccharose dans 33 g d'eau
- 0.12g d'arôme de miel
- 0.06g d'acide citrique
- 0.02g de caraghuinane

Pesé 50g de sucre caramélisé dans un flacon stérile après avoir taré la balance puis ajouté 33g d'eau contenant dans un bécher stérile puis fermé le flacon et incorporé le mélange dans un bain marie chauffé à 90°C avec agitation pour faire solubiliser le sucre.

Après la solubilisation du sucre, 0.12g d'arôme de miel et 0.02g de caraghuinane préparés dans des TPS (Tube Stérile) sont ajoutés. Le mélange est laissé refroidir à 3°C pendant 15 min, puis le laissé à température ambiante 25°C pendant 30 minutes.

- Après avoir versé les ingrédients dans le produit fini le mélange du contenu est faite de la même façon et par le même matériel que le premier essai.
- Ensuite une analyse sensorielle est faite comme le premier essai où les jurys ont sélectionnés le produit qui contient la poudre de cresson et le sirop de saccharose.

II-2-3- Formule n°03 :

Suite aux résultats des analyses sensorielles de la 2^{ème} formule, dans le 3^{ème} essai nous avons diminué la teneur en poudre de cresson, en ajoutant 0.2g (0.22%) de la poudre de cresson dans le produit fini puis versé la même quantité de sirop de saccharose sauf qu'il est modifier en le rendant plus acide par l'ajout de 0.06g d'acide citrique et mélangé le tout par le même matériel et la même façon que la précédente pour garder la texture.

-02 pots du dernière produit rajoutés par la poudre et le sirop est confronté à un 02 pot : témoins négatif (fromage frais « Lactel ») ;

Et 2 témoins positifs :

- 02 pots : sont rajoutés par la poudre de cresson seul
- 02 pots : sont rajoutés par le sirop seul

Une suivi sensorielle, physicochimique pendant 15 jours a été effectuée et microbiologique que pour le produit contenant la poudre et le sirop.

IV-1-Historique :

Le cresson *Lepidium sativum* L. est indigène au sud de l'Asie occidentale, il a été mentionné il y a plusieurs siècles dans l'Europe de l'Ouest (Sharma & Agarwal, 2011). Se développe bien dans les régions semi-arides et ne nécessite pas beaucoup d'engrais (Diwakar et al, 2008). Il a été consommé en Perse avant même que le pain était connu (Mahdi & Navaei, 2006) ; Depuis quelques décennies cette plante est exploitée en Chine pour traiter les problèmes d'insuffisance cardiaque.

Utilisation traditionnelle de cresson aux pays méditerranée, elle est inscrite à la pharmacopée populaire ; ses grains sont recommandés contre les affections pulmonaires dont la tuberculose, l'asthme ; mais aussi contre l'impuissance, le rachitisme ; la stérilité, et la syphilis. Dans ce pays on préconise aussi l'utilisation de ses semences ; en usage externe ; sous forme de cataplasme révulsif en cas de bronchites ; et sous forme d'onguents (assurant la maturation d'abcès et de furoncles) (Bollard ; 2001).

IV-2-Systématique :

Classification *Angiosperme Phylogénie Group* APG III (2009) ; la systématique de l'espèce *Lepidium sativum* L. est :

Règne	Planta
Sous Règne	Trachéophytes
Embranchement	Spermaphytes
Sous embranchement	Angiospermes
Classe	Magnoliopsida
Ordre	Brassicales
Famille	Brassicaceae
Genre	Lepidium
Espèce	Lepidiumsativum L

IV-3-Nomenclature :

Le nom cresson désigne Plusieurs espèces dénominations d'entre eux cresson de *fontaine Nasturium* et *lepidium sativum L.* ; Ce dernier a plusieurs étiquettes :

- Nom arabe : Habberrchad , حب الرشاد , حرف (Baba Aissa, 2011).
- Nom français : cressonnette, passerage cultivée, cresson a la noix ; nasitort, passerage des jardins (Eberhard *et al.*,2005).
- Nom anglais : Garden cress, peppergrass, (Eberhard *et al.*,2005).

IV-4-Répartition géographique de *lepidiumsativum L.* :

La domestication de Cette plant est probablement fait en Asie Occidentale, mais leur origine de l’Egypte et de l’ouest de l’Asie même était déjà cultivée dans l’Antiquité en Grèce et en Italie ,On le cultive aujourd’hui dans le monde entier ,y compris la plupart des pays africains à petit échelle dans les jardins familiaux mais elle s’échappe souvent de ces domaines et se rencontre ainsi par foi au bord des chemins sur les graviers des vallées ;les sables ,les décombres et les talus des voies ferrées .(Jamsen 1981- 1982, Schippers 2000 , Burkill 1985) .

IV-5-morphologie :

Le cresson alénois c’est une plante semi aquatique, herbacée annuelle (Ali-Delila 2013).

Les tiges : sont glabres et peuvent atteindre jusqu’à 50cm de haut, elles sont le plus souvent ramifiées dans leur partie supérieure et de couleur verte. (Eberhard *et al.*,2005).

Les feuilles : sont alternes et courtement pétiolées, les feuilles supérieures sont entières et linéaires (fig1) (Eberhard *et al.*, 2005).

Les grains : sont de couleur rouge brunâtre et de forme ovale. Selon (Mathews *et al*, 1993) leur dimension moyenne est de 2.6927 ± 0.102 mm de longueur, $1,2437 \pm 0,066$ mm de largeur et de $0,9477 \pm 0,060$ mm d’épaisseur. Sa densité apparente est 742.60 ± 1.52 kg/m³ (fig1) (Razavi *et al.*, 2007).

Les inflorescences : sont des grappes simples de 1 à 3cm de long, formés de petites fleurs actinomorphes portés par des pédicelles dressés contre de pédoncule floral. Le calice comporte 4 sépales ; les corolles possède 4 pétales blancs ou rosés, avec un onglet à peine visible, les 6 étamines ont des anthères souvent violettes, deux d’entre elles sont plus courtes que les autres, l’ovaire est supère (fig1) (Eberhard *et al.*2005).

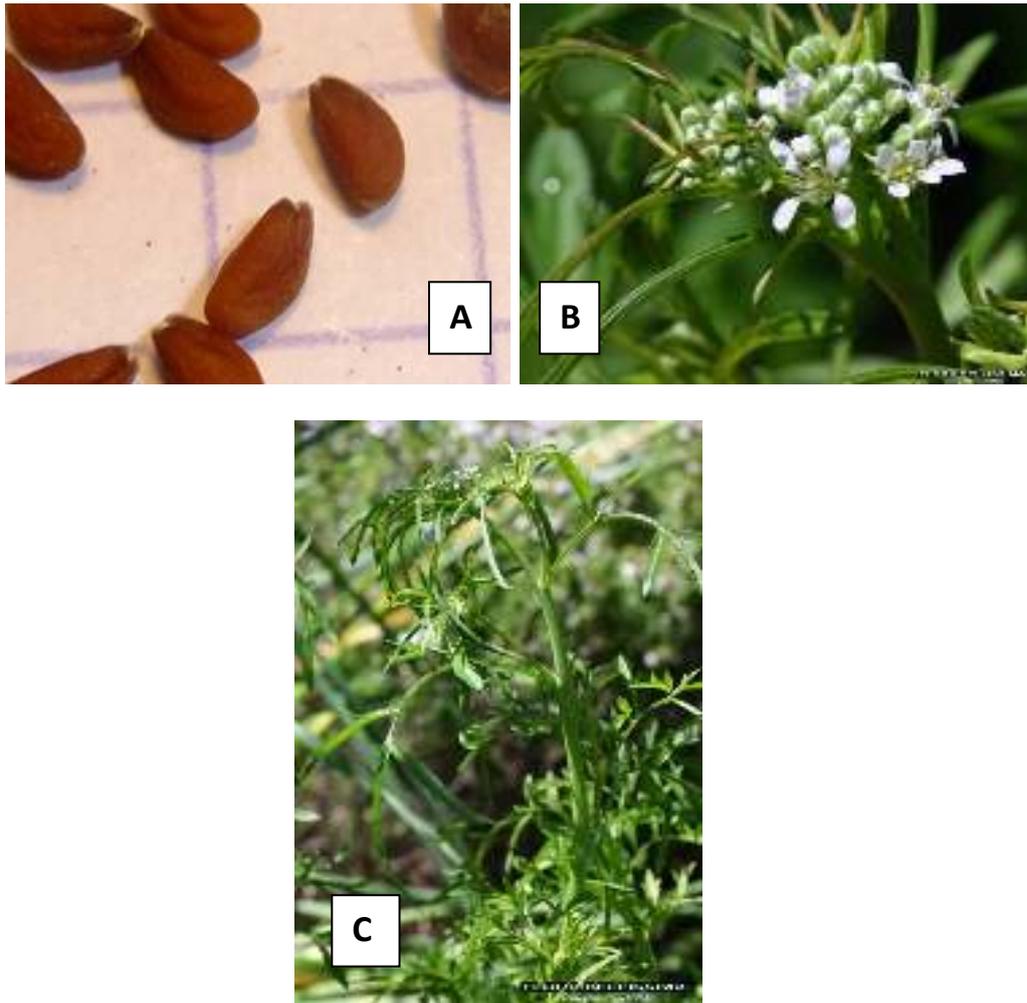


Figure 2 : morphologie de la plante(c), florescence(b), et graine (a)de cresson *Lepidium sativum*. (tellabotanica).

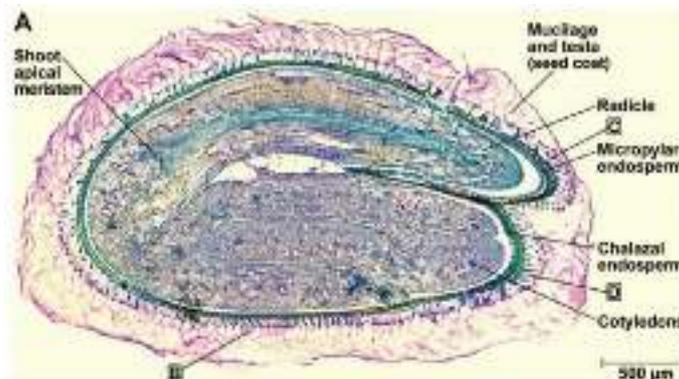


Figure 3 : Structure des couches de recouvrement des graines. Le mucilage est générée à partir du testa externe (Wadhwa *et al.* 2012).

IV-6-Usages de la plante :

Les différentes parties de la plante sont consommées (en, Algérie) :

- Les grains de cresson sont mélangés avec le miel pour exciter l'appétit et pour redonner des forces aux convalescents (**Baba Aissa, 2011**) ;
- Les feuilles sont consommées crues en salade ou cuit. ;
- Les graines germées sont utilisées fraîches ou séchées comme épices (**Facciola, 1990**) ; La racine est utilisée pour l'assaisonnement, et les pousses sont consommées dans des sandwiches (**Usher, 1974; Thompson, 1978**).

IV-7-Composition :

Les graines de *L.sativum* contiennent une forte proportion en sucres (77,03 %) et de faibles teneurs en protéine (2.45%) et lipides (1,85%).elle contiennent aussi des minéraux de base dont le calcium, et potassium (**Karazhiyan et al, 2011**) (tableau 7).

Tableau n°7 : Composition de la graine de cresson (Karazhiyan et al, 2011).

Composition	(%)	Sucres constitutifs	(%)
Humidité	7.17	Mannose	38,9
Cendres	11.5	Arabinose	19,4
Protéine	2.45	acide galacturonique	8
Graisse	1,85	Fructose	6,8
Sucre	77.03	l'acide glucuronique	6.7
Ca	0,17	Galactose	4.7
K	0,062	Rhamnose	1.9
Na	0,039	Glucose	1

- **L'huile** de cresson il est riche en acide gras ω -3 dont acides α -linoléiques (34%) et aussi en acide oléique (22%). Les taux total des tocophérols et des caroténoïdes sont respectivement de 327,42 et de 1.0 μ mol/100 g. (**Diwakar, et al. 2010**).
- **Les mucilages** : est générée à partir du testa externe (**Wadhwa et al. 2012**).il compose de lépidimoïde, c'est une substance allélopathique, isolée à partir de mucilage de graines de cresson germées. Il favorise la Croissance hypocotyle de

Amaranthuscaudatus L. étiolé à des concentrations supérieures à 3 mM d'où il est de 20 à 30 fois plus actif que l'acide gibbérellique (fig2) (Hasegawa, *et al.* 1992).

Le mucilage de cresson a des propriétés physicochimiques assez particulières comme la Viscosité et pH et densité (Tableau8) (Patel *et al.* 2010).

Tableau n°8 : Propriétés physicochimiques de la poudre de mucilage de *Lepidium sativum*. (Patel *et al.* 2010).

propriétés	Valeurs
Taille des particules (µm)	189.57
Rapport de gonflement	3.7
Viscosité de 0,5% (mPa s)	8,05
Rendement en pourcentage (%)	22
pH de 0,5%	6,2
Densité apparente (g / ml)	0,37

IV-8-Métabolites secondaires et effets bénéfiques :

On trouve beaucoup de substances bénéfiques pour la santé humaine dans les grains de cresson :

IV-8-1- Phytostérols : la concentration total de phytostérol dans l'huile de cresson est de 14,41 mg /g; qui consiste principalement en sitostérol, campesterol et avénastérol(Moser *et al.*, 2009).la supplémentation par le cresson de jardin dans l'alimentation humaine est efficace pour diminuer les taux de cholestérol, de triglycérides, d'acide alpha-linolénique et d'acide arachidonique dans les tissus sériques et hépatiques, et pour convertir l'acide linoléique dans les acides gras à longue chaîne, l'acide eicosapentaénoïque et l'acide docosahexaénoïque dans le sérum, le foie, le cœur et le tissu cérébral (Diwakara *et al.*, 2008).

IV-8-2-Tocophérol et caroténoïdes : ont des effets antioxydants, ils protègent l'huile qui les contient contre le rancissement (Diwakara *et al.* 2010).

IV-8-3- Alcaloïdes : Les graines contiennent également sept alcaloïdes d'imidazole, lépidine B, C, D, E et F (dimère) et deux nouveaux alcaloïdes monomères, le lipidène A et B (Nayak *et al.*, 2009). parmi d'autres alcaloïdes selon (Shukla *et al.* 2012) la lépidine et la sémilepidine ont le pouvoir de réduire le taux de glucose sanguin et de cholestérol chez les rat au quels on a induit un diabète type 2 par l'alloxane lorsque ils sont administrés à une dose de

250 mg / l pendant 21 jours. Grace à cette composition un traitement de 1 g de poudre de graines de *L. sativum* (trois fois par jour par voie orale pendant quater semaine) améliore les symptômes cliniques et la gravité des crises d'asthme et diverses autres fonctions pulmonaires chez les patients asthmatiques (**Archana&Mehta, 2006**) de plus, le jus de Plante de cresson de jardin a un effet chimio protecteur contre la génotoxicité et réduit le potentiel cancérigène de l'IQ (2-amino-3-méthyl imidazo [4.5-f]) quinoléine) chez le rat (**Kassie et al, 2002**).

IV-8-4- composés phénoliques et flavonoïdes : protègent l'organisme contre le stress oxydatif qui peut provoquer le cancer, le vieillissement et les maladies cardiovasculaires (**Hudaib et al. 2008; Janicke et al., 1998; Conforti et al., 2008**).

III-1-Définition des additifs :

les additifs alimentaires (AA) sont définis comme « n'importe quelle substance habituellement non consommée comme un aliment en soi et non employée comme un ingrédient caractéristique de l'aliment ,qu'il ait une valeur nutritionnelle ou non, dont l'addition intentionnelle à l'aliment pour un but technologique dans la fabrication, le traitement, la préparation, l'emballage, le transport ou le stockage devient, ou peu s'attendre raisonnablement à devenir, lui ou un de ses dérivés, directement ou indirectement, un composant de cet aliment ». **(La directive 80/107/EEC).**

L'emploi des additifs alimentaires est rigoureusement réglementé et répond à une évaluation scientifique approfondie en termes de sécurité sous le contrôle de l'Autorité européenne de sécurité des aliments (AESA).

III-2-Classement des additifs :

Les additifs sont habituellement classés selon leurs catégories, en fonction de la fonction assurée dans l'aliment **(tableau 6) (Codex alimentarius, 1989).**

Tableau n°6 : Additifs alimentaires selon leur catégorie. (Codex alimentarius, 1989)

Fonction	Exemples /Additifs
I. Colorants (E1xx)	Tartrazine – Rouge cochenille – Bleu patenté – Erythrosine
II. Conservateurs	Antiseptiques benzoates, nitrites, acide citrique, Sorbates ; Anti-oxydants MBS, BHT-BHA, Tocophérols, Gallates, diphényles
III. Agents de texture	Gélifiants Épaississants Emulsifiants
IV. Arômes et édulcorants	Glutamates Vanille Saccharine Aspartam
V. Gélâtines	Gomme adragante Alginate
VI. Contaminants	Toxines Amines biogènes

III-3-Arômes

Un arôme est un ensemble de composés volatils perçus par les organes à l'origine du goût. Parmi les 5 familles d'arômes on a les Arômes naturels ils sont d'origine végétale comme les aromates (cannelle, vanille, menthe...). Les fruits, les légumes, les céréales, etc. (**Callen G.Pla.J.2013**).

III-4-Additifs naturelles :

Parmi les produits laitiers les plus demandés, on trouve le fromage, en particulier le fromage aromatisé, qui est devenu le premier de la liste des fromages, selon (**Luther et al. 2007**) les arômes naturels les plus utilisés dans l'industrie fromagère on compte plusieurs catégories :

III-4-1-Epice et condiments :

III-4-1-1- Les épices : sont des substances végétales aromatiques utilisées pour l'assaisonnement des fromages, Généralement elles sont vendues déshydratées, entières ou en poudre. Idéales pour les régimes minceur, ces substances végétales sont acaloriques et apportent beaucoup de saveurs. Par exemple : Poivrons rouges et verts, poivre noir ; le carvi.

III-4-1-2- Les condiments : sont des préparations élaborées à partir de substances végétales qui, ajoutées aux aliments crus ou cuits, relèvent leur saveur.

III-4-1-3- Les herbes aromatiques : sont de petites plantes aromatiques qui servent essentiellement à assaisonner nos produits, comme le persil ; l'estragon, les noix : muscade, thym, des légumes : ail, raifort, tomates séchées sont également ajoutés aux fromages .Leur mission est de modifier le goût, la saveur et le parfum des produits.

III-4-2-Extrait et molécule : Selon la norme ISO 92351

III-4-2-1- huile essentielle est définie comme un « produit obtenu à partir d'une matière première d'origine végétale, après séparation de la phase aqueuse par des procédés physiques : soit par entraînement à la vapeur d'eau, soit par des procédés mécaniques, soit par distillation sèche. ». L'utilisation des huiles essentielles comme arômes alimentaires est croissante. Les arômes sont omniprésents de nos jours : ils sont utilisés comme exhausteur de goût dans divers produits lactière yaourts et fromage.

Les huiles essentielles (HE) sont classées usuellement selon la nature chimique des principes actifs majeurs, plus rarement sur le mode d'extraction, ou en fonction des effets biologiques. Il s'agit d'extraits de plantes riche en composés bioactifs (**Luther et al. 2007**) on cité comme exemple L'huile de graine de cumin noir qui a des effets inhibiteurs sur les bactéries *S. aureus*, *E. coli*, *L. monocytogenes* et *S. enteritidis* et sur la maturation du fromage ou il contribué à la conservation de la saveur, et des propriétés physicochimique et sensorielle du fromage lorsque il est ajouté au fromage à des teneurs de **0.2%** (**Hassanien M et al.2013**).

III-4-2-2- Molécules de protéines isolées à partir des plants végétales, tel que les protéines d'avoine (**Mir moghtadaie *et al.* 2009**), d'haricot mungo (**El-Adawy, 2000**), de tournesol (**Conde& Patino, 2007**) qui sont utilisés comme supplément nutritionnel dans les fromages (**Lo 'pez *et al.* 2003**). Les mucilages sont également utilisés pour épaissir, désintégrer, émulsionner, suspendre, stabiliser les aliments et comme agents gélifiant (**Malviya, 2011**).

III-4-2-3- Les agents texturants sont utilisés comme additifs alimentaires pour modifier les propriétés physiques d'un produit sans en modifier le goût, parmi les classes de ces agents on a les gélifiants comme L'agar agar qui est un extrait d'une algue rouge (on le trouve sous forme de fibre ou de poudre blanche), La pectine qui se trouve dans les zestes d'agrumes, (**Lo 'pez *et al.* 2003**).

II-1) Définition :

La dénomination « fromage frais », est réservée au produit non affiné, très humide, coagulation lente du lait par action de l'acidification combinée ou non à celle d'une faible quantité de présure. Ce sont des fromages à dominance acide, à égouttage obtenus par centrifugation ou filtration et une courte durée de vie (**Luquet.,1990; Guiraud.,2003; Eck et Gillis, 2006**).

Il s'agit d'une matière de couleur blanche, la texture molle, peu égouttée(**Froc.,2006**); il peut être enrichi en ajoutant de la crème, il se conserve pendant une période limitée et doit être gardé au frais, une sécrétion du petit lait a parfois encore lieu pendant la conservation, ceci peut être dû à une acidification tardive du produit.(**Rutgers et al.,2004**).

II-2) Caractéristique physicochimiques :

Selon **Ramet.,1993; O'Riley.,1999; Cesbron-Lavauet al.,2016**, le fromage frais est obtenu avec du lait de vache enrichi en crème. Il doit être :

- De forme cylindrique avec un poids de 30g ou de 60g ;
- Une teneur minimale en matière grasse (MG) varie entre 10-30 % ;
- Une matière sèche entre 18-30 % ;
- Une teneur maximale en eau de (80%) par contre les fromages durs contiennent aussi peu que (30%) d'humidité ;
- Un goût dominant est acidulé ;

II-3) Fabrication :

II-3-1) Matière première :

Le lait destiné à la production fromagère varie dans sa composition en fonction d'une multiplicité de facteurs comme la race de l'animal, son alimentation, son état sanitaire, sa période de lactation et la saison, cette variation oblige les industriels à standardiser le lait en protéine par l'ajout de la poudre de lait et en matière grasse par l'ajout de la crème fraîche afin d'obtenir un produit de composition stable durant le temps pour satisfaire le consommateur (**Mahaut et al., 2000**).

II-3-1-1) Lait :

Différentes formes de lait peuvent être utilisées en industries fromagères en distinguant le lait frais, qui est utilisé comme tel ou après pasteurisation (**Richard et Desmazeaud 1997**). Le lait est conditionné aseptiquement dans le but : d'assurer une période de conservation prolongée, une stabilité et un saveur durant la période de conservation pour satisfaire les exigences commerciales (**Claude et al., 2002**).

Les principales compositions du lait sont : Les lipides (triglycérides), les protéines (caséines, albumines, globulines), les glucides essentiellement le lactose, les sels (sels d'acide phosphorique, sels d'acide chlorhydrique, etc....)(**Larpenet., 1997**). Il contient également des anticorps, des hormones et peut parfois contenir des résidus d'antibiotiques (**Vilain., 2010**).

Les différents types de lait utilisés dans la fabrication des fromages sont d'origine de vache, brebis, chèvre qui diffèrent dans leurs valeurs nutritives (**tableau 03**) :

Tableau 03 : Les différents types de lait utilisés dans la fabrication des fromages.

Nutriment	Vache	Chèvre	Brebis
Protéine (g/100g)	3.3	3.6	6.0
Caséines	2.7	/	/
Lactosérum	0.6	/	/
Matière grasse	3.3	4.1	7.0
Lactose	4.7	4.4	5.4
Minéraux	0.7	0.8	1.0
Calcium (mg/100g)	119	134	193
Phosphore	93	111	158
Magnésium	13	14	18
Potassium	152	204	136
Riboflavine	0.16	0.14	0.35
Vit, B12 (mg/ 100g)	0.36	0.06	0.71

Source : Adapté de Miller et coll., National Dairy Council, (2000).

II-3-1-2) Lait en poudre :

Les laits en poudre sont des produits résultant de l'élimination partielle de l'eau du lait et l'évaporation autant que possible de sorte que l'eau est perdue et le lait devient poudre (Arie *et al.*, 2011). Un kilogramme de lait en poudre est obtenu à partir d'environ 11 litres de lait. Ce lait est très utilisé pour enrichir les aliments en protéines et en calcium, notamment pour les personnes dénutries. (Noblet., 2012). Parfois cette poudre est utilisée pour ajuster le taux des protéines dans les fromages frais comme le cas de la laiterie de Beni Tamou.

II-3-1-3) Crème :

Quelle que soit l'utilisation de la matière grasse, celle-ci est d'abord séparée du lait au cours de l'opération d'écémage qui donne deux produits: le lait écémé et la crème. La crème constitue simplement du lait concentré en matière grasse à environ 10 fois (lait entier: 35 g/kg; crème: 350 g/kg) (FAO.,1995).

II-3-1-4) Ferments lactique :

Les bactéries lactiques sont largement impliquées dans la fabrication des produits alimentaire notamment les produits laitiers fermentés (tableau 04)

Par leur métabolisme et leurs activités enzymatiques variées, elle détermine dans une large mesure, l'arôme, la saveur et la texture de ces produits. (Hassaïnyaet al.,2006). De plus, ces ferments participent grâce à l'activité antimicrobienne par la production de composés antimicrobiens (acides organiques...) à la bio-conservation de ces fromages (Eck et Gillis., 2006).

Tableau (04) : Les genres de ferments lactiques les plus importants impliqués dans les produits alimentaires.

Genre	Impliqué dans la fermentation de :
Lactobacillus	Yoghourt, fromage, kéfir, pain
Lactococcus	Crème acidulée, fromage, beurre
Streptococcus	Yoghourt, fromage
Enterococcus	Fromage au lait cru
Leuconostoc	Beur, vin...
Pediococcus	Saucisson

II-3-2) Procédé et technologie de fabrication :

II-3-2-1-Nettoyage du lait par filtration :

Cette technique est utilisée pour séparer les éléments en suspension ou en solution dans un liquide, il permet de retenir les impuretés du lait. (Anonyme.,1995).

II-3-2-2- Ecrémage :

Le lait est écémé dans une écémuseuse centrifuge, une petite quantité de lait est écémé. (Weissenbruch.,1894); en séparant la crème du lait, on peut toutefois obtenir une

concentration plus forte de globule gras et réduire les pertes de matière grasse dans le babeurre. (Mcintire.,1985).

II-3-2-3- Standardisation :

La standardisation consiste à donner au lait la composition correspondante à celle du fromage à élaborer. Elle est réalisée par un ajustement de la teneur en matière grasse et parfois du taux de protéines (Abdoune., 2003).

II-3-2-4- Dégazage :

Il permet de enlever les mauvaises odeurs du lait, et aussi de diminuer la destruction des vitamines c'est -à- dire en réduisant fortement la teneur en oxygène ambiant. (Majdi.,2009).

II-3-2-5- Homogénéisation :

L'homogénéisation du lait gras affecte l'égouttage et réduit le volume de sérum exsudé. Cependant, cette technique peut être recherchée dans le cas des fromages à teneur en eau et matière grasse élevée pour éviter une exsudation d'eau pendant la conservation du produit. (Mahaut *et al.*,2000).

II-3-2-6 Pasteurisation :

C'est un traitement thermique qui permet l'élimination des germes pathogènes du lait se fait à une température de 72°C pendant 15 secondes pour ne pas altérer les propriétés organoleptiques du lait. (Majdi 2009).

II-3-2-7- Mise en présure :

Après écrémage et éventuellement pasteurisation, le lait est refroidi entre 20 à 30°C, les ferments sont ajoutés c'est l'ensemencement, l'utilisation des ferments directs sous forme de poudre prête à l'emploi, un sachet suffit pour ensemer 500 à 1000 litres de lait frais. (Poillot.,2010).

II-3-2-8- Conditionnement et stockage :

Les faisselles contenant le caillé sont mises en pot puis fermées par un couvercle, les pots sont aussitôt placés en chambre froide ventilée afin de permettre un refroidissement rapide à +6°C. Les produits sont conservés à cette température jusqu'à la vente au consommateur. (Poillot.,2010).

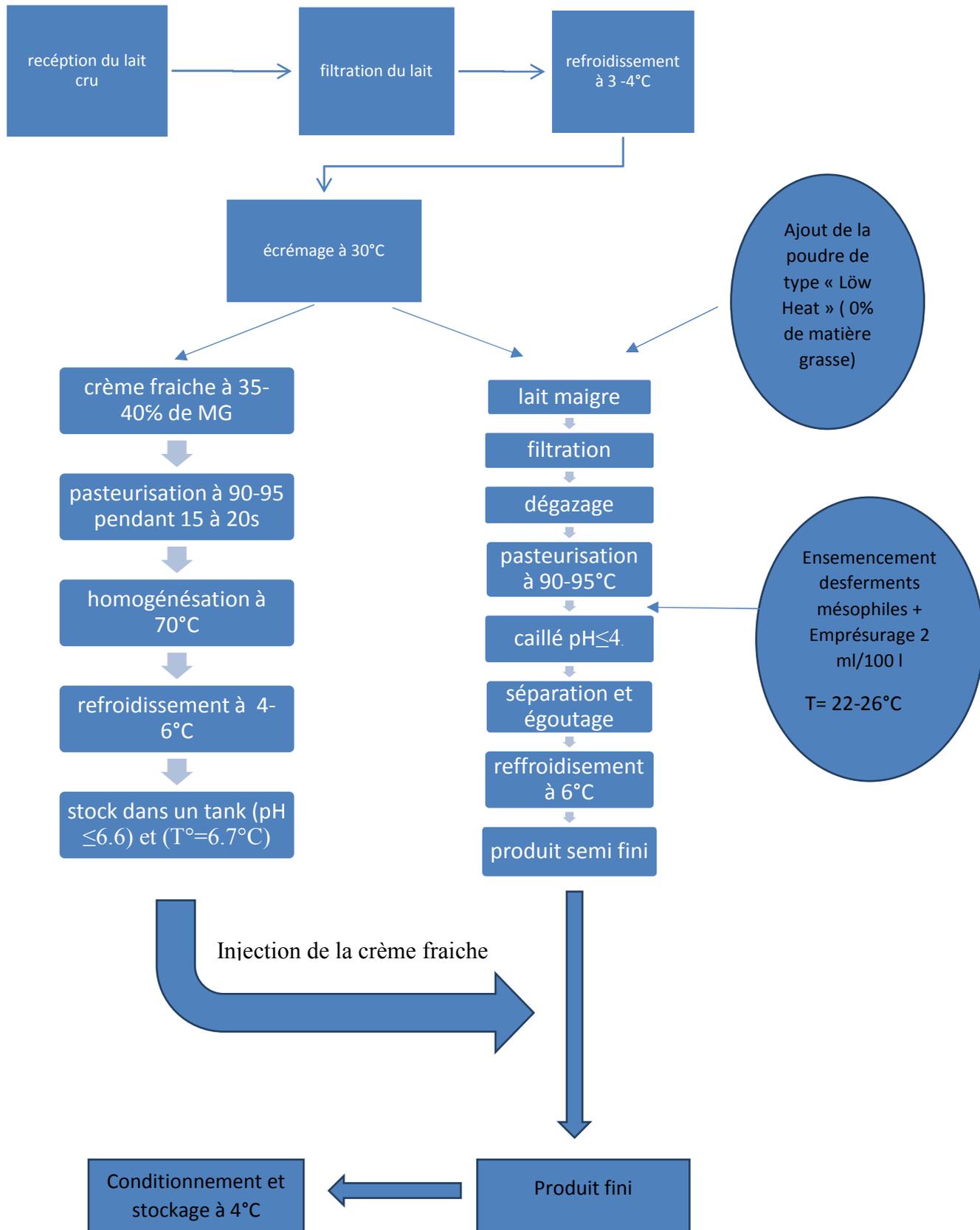


Figure 1 : Diagramme de procédé de fabrication du fromage frais au niveau de la laiterie de Beni Tamou

II-4) Types de fromage frais :

II-4-1) En production fermière, il existe plusieurs types de fromage frais selon (**Raiffaudet al., 217**) :

- **Les fromages blancs moulés en faisselles (ou fromage type « compagne »)** : se caractérise par une texture hétérogènes en morceaux.
- **Les fromages blancs battus** : présente une texture lisse et onctueuse. Ils peuvent être additionnés de sucre, de sel, de fruit, d'épices ou d'herbes aromatiques. Leur taux de matière grasse peut varier (de moins de 3.5% à plus de 10%).
- **Les fromages blancs pré-fromage** (ou « fromage frais ») comme les « fromages frais de chèvre » ou au lait de brebis.

II-4-2) En production industrielle, les fromages frais sont répartis en 4 familles selon la présence ou non d'ingrédient supplémentaires (sucre, fruit, édulcorant...) et d'autre par leur teneur en lipide (**Cesbron-Lavauet al.,2016**) :

- **Les fromages frais nature non sucrés classiques** : correspondent aux produits nature non sucrés, possédant une teneur en lipides inférieure ou égale 3,8 g/100 g. Ce seuil de teneur en lipides équivaut au taux de MG du lait entier auquel est appliqué un facteur de concentration dû à l'égouttage lié à la technique de fabrication des fromages frais.
- **Les fromages frais nature non sucrés gourmands** : rassemblent les produits nature non sucrés, ayant une teneur en lipides supérieure à 3,8 g/100 g, principalement due à l'ajout de crème.
- **les fromages frais sucrés et/ou édulcorés classiques** :regroupent les produits nature sucrés, aromatisés, aux fruits, sur lit de fruits, avec ou sans édulcorants, avec une teneur en lipides inférieure ou égale à 3,8 g/100 g.
- **les fromages frais sucrés gourmands** : rassemblent les produits nature sucrés, aromatisés, aux fruits, sur lit de fruits, avec des inclusions de chocolat/caramel/ biscuits/céréales, etc., ayant une teneur en lipides supérieure à 3,8 g/100 g, principalement due à l'ajout de crème.

II-5) Intérêt nutritionnel :

Les fromages frais possèdent une qualité nutritionnelle importante en raison de leur teneur non négligeable en protéines de 10% et une teneur en calcium assez importante (1.0 à 1.6 g/kg). (**Mahaut et al., 2000**); ces deux derniers participent à des fonctions nombreuses et essentielles, telles que la croissance et le maintien de la masse musculaire ou de la masse osseuse. (**UE.,2012**).Ainsi une valeur énergétique varie entre (2000 à 6500 kJ/100g). (**Mahaut et al.,2000**.)

Les autres nutriments présents dans les fromages frais sont en teneur variable selon la richesse en eau, des minéraux tels que le calcium, phosphore, zinc, fer, magnésium, sélénium...etc, ainsi les vitamines (A, B2, B12 surtout) sont des composés vitaux pour l'homéostasie et jouent un rôle dans l'ensemble des processus métabolique (au fonctionnement des enzymes, fabrication et action des hormones. (**Louis Schlinger.,2014 ; Brooker.,2000**).

Les fromages frais possèdent aussi une teneur en lipide importante de (0 à 9 %) qui participe à la croissance et au maintien du bon fonctionnement de l'organisme (maintient la souplesse

de la membrane cellulaire qui permet les échanges) ; chaque molécule lipidique contient de grande quantité d'énergie par unité de poids, qui couvre au repos 80% à 90% des besoins énergétiques de l'organisme. Un gramme de lipide contient environ 9 Kcal (38Kcal) qui est une quantité d'énergie supérieure à celle apporté par une quantité équivalente de glucide ou de protéines. (*Acardleet al.,2004*).

Ils représentent généralement une catégorie de produits à forte palatabilité et dont la texture ne demande pas une mastication importante (*Cesbron-Lavau2016*).

Le tableau suivant nous donne la composition d'un fromage frais pour 100g de produits frais :

Tableau(05) : Composition moyenne d'un fromage frais type « petite suisse » pour 100 g de produit frais (*Eck et Gillis, 1997*).

Constituants	Fromage frais, ex petit suisse
Eau (g)	79
Energie (kcal)	118
Glucides (g)	4.0
Lipides (g)	7.5
Protéines (g)	8.5
Calcium (mg)	100
Phosphore (mg)	140
Magnésium (mg)	10
Potassium (mg)	130
Sodium (mg)	40
Zinc (mg)	0.5
Vitamine A (U.I)	170

I-1) Historique :

Les historiens situent généralement le début de la consommation de lait animal (donc de la domestication) en même temps que l'apparition de la culture des céréales, il y a environ 10 000 ans, car il est vraisemblable que les animaux ont été attirés par les cultures de céréales des premiers cultivateurs et qu'ils ont dévasté cette abondante fourniture de nourriture. **(Davidson.,2002).**

Le fromage de l'ancien français « fromage » du latin « formaticus » signifie "fait dans une forme". **(Gelais et al., 2002).** Les premiers fromages auraient été inventés par hasard par des nomades du Moyen-Orient ou d'Asie Centrale. Ceux-ci utilisaient des peaux et des organes internes d'animaux pour transporter le lait. La présence de présure, enzyme naturelle entraînant la coagulation du lait, dans les « estomacs-récipients » aurait été à l'origine de la transformation du lait en caillé et aurait donné naissance au fromage blanc. **(Cesbron-Lavauet al., 2016).**

I-2) Définition :

Selon la réglementation française le décret n°2013-1010 du 12 novembre 2013 : la dénomination « fromage » au produit fermenté ou non, affiné ou non, obtenu à partir des matières d'origine exclusivement laitières suivantes : lait, lait partiellement ou totalement écrémé, crème, matière grasse, babeurre, utilisées seules ou en mélange et coagulées en tout ou en partie avant égouttage ou après élimination partielle de la partie aqueuse. La teneur minimale en matière sèche du produit ainsi défini doit être de 23 g pour 100 g de fromage **(Goudédrancheetal., 1999).**

Le fromage selon la norme codex est le produit affiné ou non affiné de consistance molle ou semi dure, dure ou extra dure, qui peut être enrobé et dans lequel le rapport protéine de lactosérum (caséine) ne dépasse pas celui du lait.. **(Gelais et al., 2002).**

I-3) Classification :

Classification du codex alimentaires (2008) **(vignola.,2002) :**

La classification d'un fromage, tel que défini par les normes du codex alimentaire CODEX STAN A-6-1978 est obtenue après application des trois formules suivantes :

- **(Formule I) :** est classé selon la consistance en 5 classes ; dont la pâte molle évolue jusqu'à la pâte extra dure qui appartient à l'intervalle de 69 à 51 %, cette classification est portée selon la teneur en eau dans le fromage dégraissé (TEFD).
- **(Formule II) :** est classée selon la teneur de la matière grasse par rapport à l'extrait sec total.

- **(Formule III) :** les fromages sont classés en trois catégories différentes selon l'affinage du fromage.
Ces classifications sont mentionnées dans le tableau.

Tableau (01) : Classification des fromages en fonction de la consistance, de la teneur en matière grasse et des principales caractéristiques d'affinage.

Formule I		Formule II		Formule III
TEFD%	Le présent élément de dénomination sera	MGES	Le second élément de dénomination sera	Dénomination des principales caractéristiques d'affinage
< 51	Pâte extra dure	> 60	Extra gras	1- Affinage
49 – 56	Pâte dure	45-60	Tout gras	*Principalement en surface
54 – 63	Pâte demi dure	25-45	Migras	
61 – 69	Pâte demi molle	10-25	Quart Gras	*Principalement dans la masse
> 67	Pâte molle	< 10	Maigre	2- Affiné aux moisissures a- Principalement en surface b- Principalement dans la masse 3 –Frais

*TEFD : pourcentage de la teneur en eau dans le fromage dégraissé.

*TEFD = poids de l'eau du fromage x 100/ (poids total du fromage – matière grasse du fromage).

*MGES : pourcentage de la matière grasse dans l'extrait sec.

I-4) Composition, intérêt nutritionnel et diététiques des fromages :

Les différents types de fromages contribuent dans l'alimentation et la santé humaine (Walther *et al.*, 2008), en effet Le fromage possède tous les caractéristiques nutritionnelles des produits Laitiers qui le composent. Il apporte à l'organisme la plupart des nutriments essentiels pour un bon équilibre alimentaire (lipides, glucides, protéines, minéraux, vitamines, etc.) (Meyer., 1973. tableau 02

Tableau (02) : Composition moyenne des principaux fromages pour 100 g (Eck et Gillis.,2006).

Constituants	Fromage frais	Fromage à pâte molle	Fromage fondu
Eau (g)	80	50	48
Glucides (g)	4	4	2.5
Lipides (g)	7.5	24	22
Protéines (g)	8.5	20	18
Calcium (mg)	100	400	680
Sodium (mg)	40	700	1650
Vitamine A (UI)	170	1010	1200

UI : Unité Internationale

I-5) Les grandes étapes de transformation :

La fabrication du fromage peut être considérée comme un phénomène d'agglomération. Il s'agit de l'agglomération des éléments protéique du lait, de la caséine principalement.(Luquet., 1990).

La transformation du lait en fromage se fait, généralement, en quatre étapes principales : la **coagulation**, l'**égouttage**, le **salage** et l'**affinage**. Selon le lait initial et les paramètres technologiques mis en œuvre au niveau de ces étapes, une grande variété de fromages peut être obtenue (Agioux, 2003).

I-5-1) Coagulation ou caillage du lait :

La coagulation se traduit par la déstabilisation des micelles de la caséine qui flocculent puis s'unissent pour former un gel emprisonne les éléments solubles du lait (lactosérum) (Lapointet Vignola.,2002).

Elle est réalisée soit par l'acidification lactique soit par la présure soit encore par les deux modes associés (Dupinet al.,1992).

I-5-1-1- Coagulation acide : cette coagulation provoque la précipitation des caséines lorsque le pH isométrique atteint (pH=4.6), ce qui conduit à une floculation total (Ramet.,1985 ;Dalglish.,1990).

I-5-1-2-Coagulation enzymatique : à l'échelle industrielle, la seule enzyme utilisée en fromagerie est la présure (Enzyme extraite de caillette des jeunes veaux non sévres). C'est une endopeptidase qui entraîne une coagulation du lait par hydrolyse de la caséine kappa, ce qui déstabilise les micelles et conduit à la formation du gel. (Eck et Gillis., 2006).

La présure d'origine animale constituée principalement de chymosine et d'un peu de pepsine (présure : 80% chymosine et 20% pepsine) est le coagulant le plus utilisé. Elle appartient à la famille des endopeptidases et possède une activité spécifique, car elle n'hydrolyse que la caséine-k pendant la fabrication des fromages (Gelais et al., 2000).

Les fromages frais résultent d'une coagulation lente du lait par action de l'acidification combinée ou non à celle d'une faible quantité de présure. (Mahaut et al., 2000).

I-5-2) Egouttage :

La phase d'égouttage consiste en l'élimination plus ou moins grande du lactosérum emprisonné dans les mailles du gel formé (Jeantet et al., 2008). Il est accéléré par le retournement des moules et la température ; cette dernière favorise l'égouttage mais il ne faut pas cependant dépasser 22 à 23°C sinon la pâte obtenue est trop sèche ce qui réduit la taille des fromages et diminue le rendement fromager. (Pradal., 2012).

Lors de l'égouttage, l'acidification lactique est importante car elle apporte une protection acide et règle la déminéralisation de la pâte du fromage. Globalement, il fixe les caractéristiques physiques (pH, aw) et chimiques des pré-fromages. Ces propriétés ont une grande importance car elles vont, pour partie, contrôler la cinétique de croissance des micro-organismes, l'action de leurs enzymes, et donc l'affinage (Gelais et al., 2002).

Dans le cas des fromages frais la fabrication se termine après l'égouttage. (Louis Schlinger., 2014).

I-5-3) Salage :

Le salage représente une étape importante, non seulement pour la formation de la croûte et le goût salé des fromages affinés (camembert, Gruyère, ...etc), mais aussi parce qu'il conditionne la phase d'affinage en exerçant une action directe sur l'activité de l'eau (aw) qui influe sur le développement microbien en fonction de leur halotolérance (résistance en sel) et aussi sur l'activité enzymatique, par contre les fromages frais ne subissent pas un salage. (Ramet., 1985 ; Riahi., 2006).

Le salage est réalisé, essentiellement avec du chlorure de sodium, selon deux méthodes (Mahaut et al., 2000) :

- salage à sec par saupoudrage superficiel, frottage ou incorporation dans la masse du caillé,
- salage en saumure par immersion dans une solution de chlorure de sodium saturée.

I-5-4) Affinage :

L'affinage est le processus ultime de fabrication du fromage, cette opération a lieu dans une pièce appelée hâloir, la température avoisine les 10°C et doit être maintenue la plus constante possible pour éviter des variations néfastes de l'activité microbienne. (Fournier.,2007).

La saveur du fromage mais aussi son aspect et la texture de sa pâte sont déterminés par maturation biologique plus ou moins accentuée, provoquée en partie par la présure mais surtout par les enzymes sécrétées par la microflore spécifique qui peuple chaque type de caillé. Or les enzymes responsables de la transformation ont trois origines : celles présentes naturellement dans le lait, les agents coagulants ajoutés et celles des différents micro-organismes bactériens, levures et moisissures (Goudédrancheet *al.*, 1999).

L'affinage résulte de l'action des enzymes provenant du développement des quatre groupes des microorganismes suivants (Amiot et al., 2002) :

- Les moisissures de genre *penicillium* (croûte fleurie et pâte persillée)
- Les bactéries aérobies de genre *brevibacterium* associées à des levures ou à des moisissures (croûte lavée)
- Les bactéries productrices de gaz du genre *propionibacterium* (affinage dans la masse avec ouvertures)
- Les bactéries lactiques.

Conclusion :

Dans le cadre de l'amélioration de la valeur nutritionnelle des fromages frais, nous avons réalisé des essais de formulation d'un nouveau produit à base de fromage frais et poudre de graine de cresson.

Au vu de la disponibilité et la richesse des graines de cresson en protéine 23.82 % et en oligoélément nous avons considéré que ce dernier pourrait enrichir davantage en quelque sorte les produits laitiers en certain nutriment tels que les protéines. D'autre part nous avons constaté une appréciation considérable du fromage frais additionné de 0.25 % de poudre de graines de cresson par les dégustateurs par rapport au fromage frais naturel. Ce produit a été issu de 3 étapes de formulation qui ont porté sur l'amélioration de la texture et de l'aspect par l'ajout de la poudre de cresson au lieu des graines entières et par la diminution de sa teneur par potion de fromage frais. Ceci a diminué également l'intensité du gout stringent du produit provoqué sans doute par le mucilage et les tannins de cresson. Ce gout a été remarquablement amélioré par l'addition du sirop de saccharose et l'arôme de miel et l'acide citrique.

Au cours de la période de conservation pendant une durée de 15 jours à + 4°C, nous avons constaté comme suit :

- Une stabilité dans l'aspect organoleptique du fromage frais additionné en poudre de cresson ;
- Une stabilité microbiologique qui se traduit par une absence des coliformes totaux et fécaux et apparition des levures et moisissures ;
- Une stabilité dans les paramètres physicochimique du fromage frais naturel « Lactel »
- Une influence sur les paramètres physicochimiques après l'ajout de poudre de cresson qui se traduit par une diminution de la matière grasse à une valeur de 2.92g/100g, une augmentation remarquable de l'extrait sec total 27.77% et une augmentation dans le pH jusqu'au 4.86.

Pouvons conclure que l'introduction de la poudre de cresson dans le fromage frais a augmenté la valeur nutritionnelle par la richesse de ces graines en acides aminé, acides gras et sucre et aussi a joué le rôle d'un conservateur tout au long de la période de conservation de produit.

- Déposer plusieurs gouttes de l'échantillon (sirop de saccharose ou préparation du fromage frais) sur la surface du prisme ; le liquide déposé sur le plateau du prisme doit être exempt de bulles d'air ou de particules flottantes.
- Fermer le couvercle du prisme.

➤ Expression des résultats

Pour que la lecture soit exacte, orienter l'instrument vers la lumière. Au besoin, effectuer une mise au point de l'oculaire jusqu'à obtention d'une image nette.

La teneur en matière sèche soluble est indiquée par la position, sur la graduation verticale, de la ligne de démarcation séparant la zone claire de la zone sombre.

II-3- Analyses sensorielles

Une analyse sensorielle a été effectuée au niveau de la laiterie de « Beni Tamou » par 15 personnes du personnels du service qualité dont 12 hommes et 03 femmes, qui ont jugé notre préparation en évaluant les paramètres suivants : le goût, la couleur, l'aspect et la texture ; en prenant en compte et est-ce que le dégustateur est un fumeur ou non.

Le dégustateur prend une coupe d'eau après chaque dégustation sans lui informé de quoi le produit est-il. Chaque juge doit remplir la fiche de dégustation (annexe) et évalue le produit selon un barème allant de 0 à 5 (0 : très mauvais/ 1 : mauvais/ 2 : moyen/ 3 : assez bon/4 : bon /5 : très bon).

II-4-Analyses microbiologiques

Cette analyse a été réalisée uniquement pour le suivi du 3^{ème} produit pendant 15 jours de conservation.

Les analyses microbiologiques reposent sur la recherche et le dénombrement des germes les plus significatifs de l'état hygiénique du produit, nous avons effectué :

- La recherche et le dénombrement des groupes de germes indicateurs de contamination fécale qui sont les coliformes totaux et fécaux ;
- La recherche et le dénombrement des levures et des moisissures

II-4-1- Préparation des échantillons :

Le diluant utilisé pour faire la dilution est le K2 (dipotassium), il doit assurer la sécurité des micro-organismes sans favoriser leur multiplication. La dilution est effectuée dans des conditions aseptiques.

- ✓ Prélever 9g de la préparation et l'introduit dans un sachet stérile de type Stomacher et complété par le diluant K2 jusqu'à l'obtention d'un volume de 90 ml.
- ✓ Dissoudre et homogénéiser la suspension dans un Stomacher, on obtient donc la suspension mère.

I-1- Analyses sensorielles

I-1-1-Formule n°01 :

Tableau n°9: les moyennes d'analyse sensorielle du 1 ^{er} essai				
Echantillon	Gout	Couleur	Aspect	texture
A	1,5	2	1,33	2,66
B	2,5	2	2,33	2,66

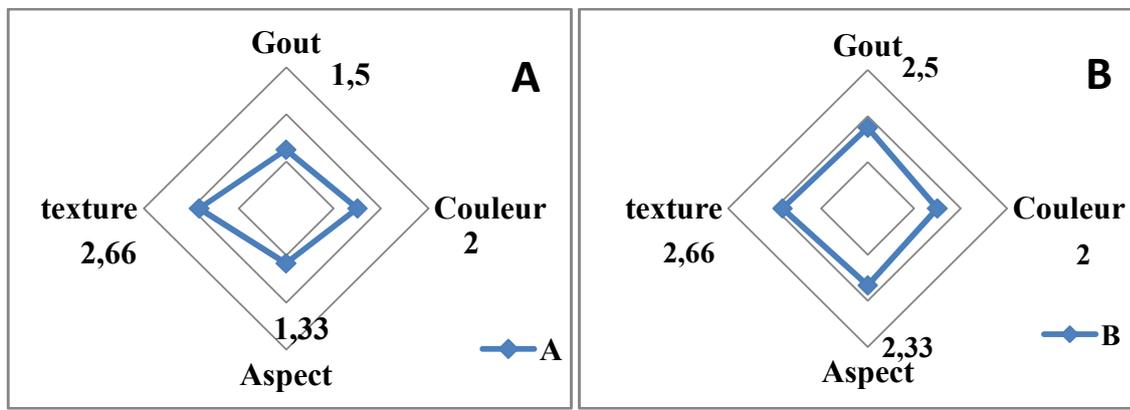


Figure n°4 : résultat d'analyse sensorielle du 1^{er} essai produit A et B.

D'après ces résultats on remarque que :

- **Le produit (A)** : formulé à base de graines de cresson seule, est a été rejeté par les dégustateurs d'où le produit a collecté des scores médiocres, notamment ceux du gout et de l'aspect, en fait les dégustateurs n'ont pas aimé le gout piquant et l'arrière-gout amer, l'aspect granulé et chargé des graines était inacceptable.
- **Le produit (B)** : formulé à base de fromage frais additionné de 0.4g de la poudre de graines de cresson a été plus accepté par rapport au produit A dans l'aspect, la couleur et la texture, mais le gout reste piquant et gênant «gout amer».
- ❖ Du au score trop faibles donnés par les dégustateurs nous avons abandonné l'idée d'utilise les graines entières et travailler sur l'amélioration du gout et de l'aspect de notre produit.

I-1-2-Formule n° 02 :

Afin d'améliorer le goût de la préparation **B** retenue l'hors du 1^{er} essai, nous avons opté pour l'ajout du sucre caramélisé et l'arôme de miel sous forme de sirop.

Tableau n° 10 : les moyennes d'analyse sensorielle de la formule issue du 2 ^{ème} essai.						
Echantillon	Gout	Couleur	Aspect	texture	Score total	moyenne
A	3	3,56	3,13	3,56	13.25	3.31
B	3,56	3,50	3,11	3,5	13.67	3.41

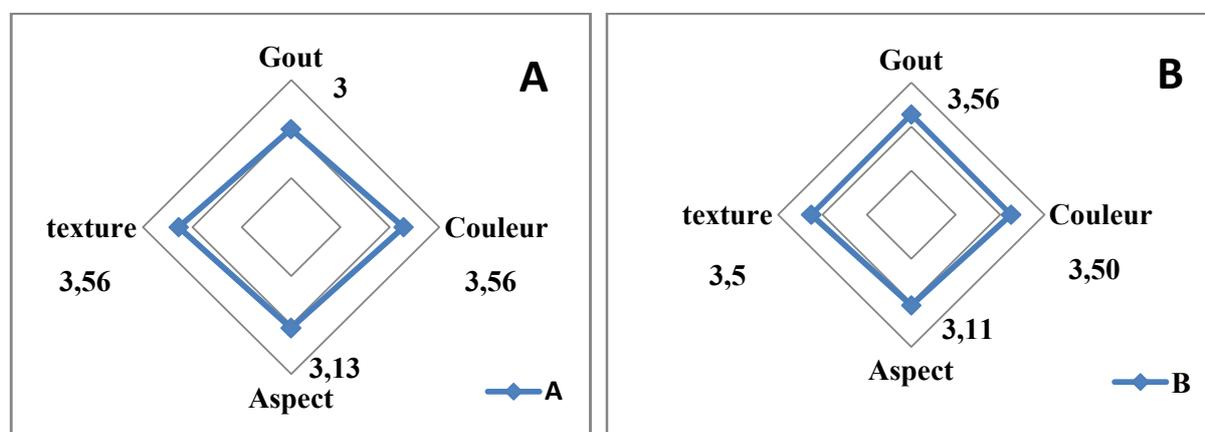


Figure n°5 : résultat d'analyse sensorielle du 2^{ème} essai.

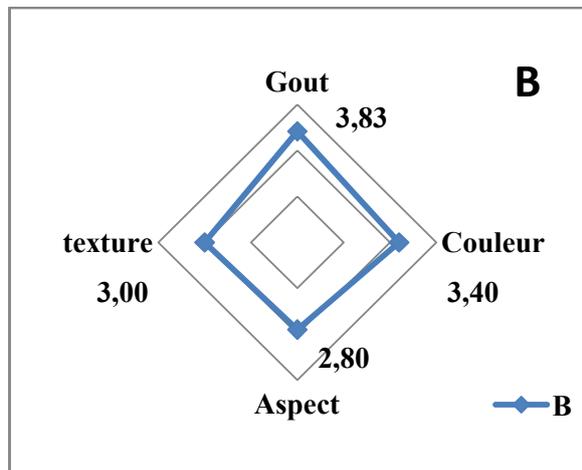
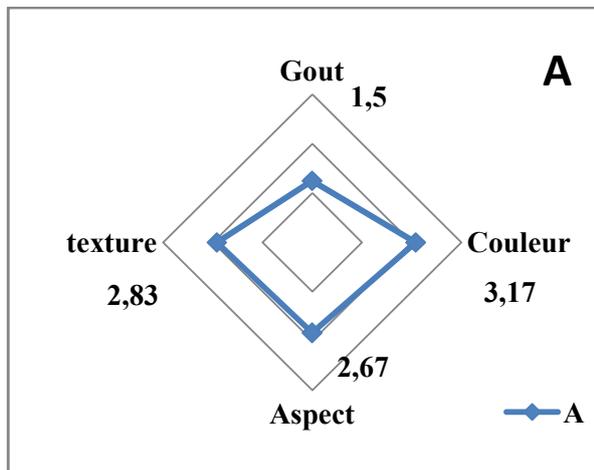
- **produit (A)** : il est formulé de **0.5%** de poudre de cresson sans addition de sirop, et qui représente une moyenne d'acceptabilité de **3.31/5**, il est rejeté par les dégustateurs, vu son goût piquant et son aspect trop chargé, par contre une belle couleur et une texture bien ferme.
 - **produit (B)** : il est formulé de **0.5%** de poudre de cresson avec addition de **20g** de sirop, et qui représente une moyenne d'acceptabilité de **3.41/5**, il est apprécié par rapport au produit A par les dégustateurs, pour son goût qui est bon, de moyenne **3.56/5**, une couleur assez belle et une texture ferme qui ont été mieux appréciées avec un score moyen ne dépassant pas les **3.5/5**, cette amélioration du goût a été obtenue par l'ajout du sirop aromatisé par le goût de miel et additionnée par un agent de textur le « Caraguinane » qui a rendu la texture plus ferme.
- ❖ La deuxième formule a été mieux acceptée par les dégustateurs, mais certaines remarques comme le goût sucré et la concentration de la poudre de graines dérangent les dégustateurs, ce qui a conduit à :

- augmenter l'acidité du sirop pour équilibrer le goût sucré de **4.76** à **4.56** ;
- réduire la concentration de poudre à **0,22%**.

I-1-3-formule 03 :

Après avoir fixée la formule **03**, nous avons comparé avec trois produit, à partir d'une séance de dégustation par le même jury composé des employeurs du service de qualité, contre **2** témoin positifs (fromage frais+poudre cresson (**A**) et fromage frais+ sirop seul(**B**))et **un** témoin négatif qui le produit fromage frais « Lactel » sans aucun ajout (**D**).

Echantillon	Gout	Couleur	Aspect	texture
A	1,5	3,17	2,67	2,83
B	3,83	3,40	2,80	3,00
C	3,67	3,25	3,00	3,25
D	3,17	3,00	2,67	3,00



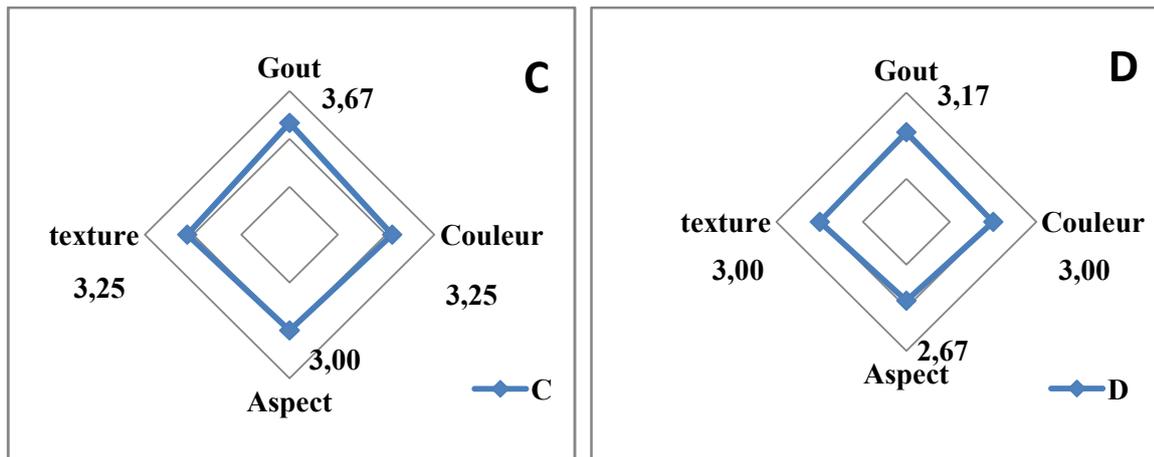


Figure n°6 : résultat d'analyse sensorielle 3^{ème} essai.

- Produit (A) :** il est formulé de fromage frais additionné de 0.22% de poudre de cresson seul, est rejetée par les dégustateurs avec une moyenne de **2.54**, le plus grand déficit est au niveau du gout qui était mauvais (**1.5** de moyenne), la couleur est assez bien de **3.17** de moyenne, l'aspect et la texture sont passable avec moyenne de **2.67/5** et **2.83/5** respectivement.
- Produit (B) :** il est formulé de **20g** de sirop seul, et qui représente une moyenne d'acceptabilité de **3.25/5**, il est apprécié par les dégustateurs, ceci est due au gout bon de **3.83/5** de moyenne, couleur crème claire de **3.40/5** de moyenne, mauvais aspect avec une moyenne de **2.67/5** et une texture un peu liquide moins acceptée avec une moyenne de **2.83/5**.
- Produit (c) :** qui est formulé par l'incorporation de **0.22 %** de poudre de cresson et **20g** de sirop, il représente une moyenne d'acceptabilité de **3.29/5**, li est apprécié par les dégustateurs, vu son gout très bon qui atteint une moyenne de **3.67/5**, couleur crème foncé due à la présence de la poudre de cresson et du sirop a été apprécié avec une moyenne de **3.25/5**, ce qui indique que ce produit est mieux équilibré par rapport aux quatre paramètres de qualité organoleptique.
- Produit (D) :** qui est le produit fini « Lactel », il représente une moyenne d'acceptabilité de **2.96/5**, il est moins apprécié par les dégustateurs, ceci est due à son bon gout de **3.17/5** de moyenne, une couleur aussi bonne (blanche) de **3/5** de moyenne, un bon aspect de **2.67/5** de moyenne et une texture ferme de **3/5** de moyenne.



Produit A : fromage frais + poudre de cresson seul



Produit B : fromage frais + sirop seul



Produit C : fromage frais+ poudre de cresson+ sirop



Produit D : fromage frais « Lactel »

Figure n°7 : Les produits A, B, C, D

- ❖ D'après ces résultats on remarque que l'utilisation de poudre de cresson à une teneur de **0.22%** et une quantité de sirop de **20g** pour la formulation d'un nouveau fromage frais additionné, vu son gout, sa couleur, son aspect et sa texture ils sont les plus acceptables par les dégustateurs.

II-1- Analyses physicochimiques

II-1- 1- Poudre de cresson :

Les résultats d'analyse physicochimique de Poudre de cresson et le sirop de saccharose formulé par l'arôme de miel et l'acide citrique sont résumés dans le tableau n°11 et le tableau 12.

Tableau n°12 : Résultat d'analyse physicochimique de la poudre de cresson.

Paramètres Date	MAT%	pH
J₀	23.82	5.4
J₅	-	5.63
J₁₀	-	5.77
J₁₅	-	5.85

- ✓ **MAT** : les graines de cresson renferme **23.82** de matière azotique totale.
- ✓ **pH** : on remarque une augmentation de **5.4** à **J₀** du pH de la solution préparée à base de poudre de cresson jusqu'à **5.85** au **15^{eme}** jours de conservation à **4C°** ,ce pH est supérieur du pH standard du fromage frais «lactel» qui est de pH **4.5-4.55**.

II-1- 2- sirop :

Tableau n°13 : Résultat d'analyse physicochimique de sirop.

Paramètres Date	pH	°Brix	EST%
J₅	5.59	10.25	68.13
J₁₀	4.6	10.24	-

Nous avons diminué le pH de la préparation de **5.59** à **4.6** et ce, après avoir ajouté l'acide citrique. L'augmentation de l'acidité du sirop sera capable d'atténuer le pouvoir trop sucré du sirop exprimé par le degré de Brix qui resté constant (tableau n°12) en fonction du temps. Cette modification va améliorer le gout (voir résultats d'analyse sensorielle).

EST du produit incorporé par le cresson est trois fois plus élevé que l'EST du fromage frais de base.

II-1- 3- Nouveau produit et produit fini :

Le suivi de la stabilité des paramètres physicochimiques du fromage frais avec l'incorporation de la poudre de cresson au cours de la conservation à 4°C pendant 15 jours, Les résultats de l'analyse physicochimique de nouveau produit et le produit fini sont résumés dans les **Tableaux 14 - 15**.....**Annexe.**

L'évolution de l'humidité de fromage dégraisé (**HFD**) et la matière grasse (**MG**) et potentielle hydrique (**PH**) et l'extrait sec total (**EST%**) de nouveau produit et produit fini de « Lactel » sont représentés dans les graphes suivants :

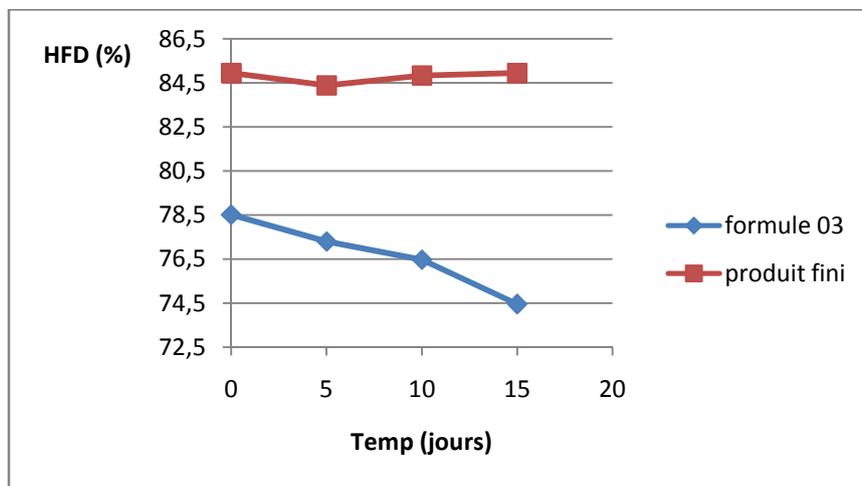


Figure n°8 : Evolution d'humidité de fromage dégraisée (**HFD**) au cours de conservation.

- ✓ **HFD** : d'après les résultats obtenus et représentés dans les graphes on constate une diminution de l'humidité de fromage dégraisé à partir de 78.51% jusqu'au 74.45% du produit formulé au cours de temps, mais elle reste dans l'intervalle de la norme de fromage aromatisé (69%-80%), cette diminution est due à la présence de la poudre de cresson qui a absorbé l'eau du produit et aussi la concentration de sucre qui augmente durant le temps de 18.4° jusqu'au 20.86°. Comparant ces résultats au fromage frais « Lactel » on remarque une légère diminution de 84.94% à 84.38% qui reste toujours conforme à la norme interne d'unité de Beni Tamou 83.5%-86%.

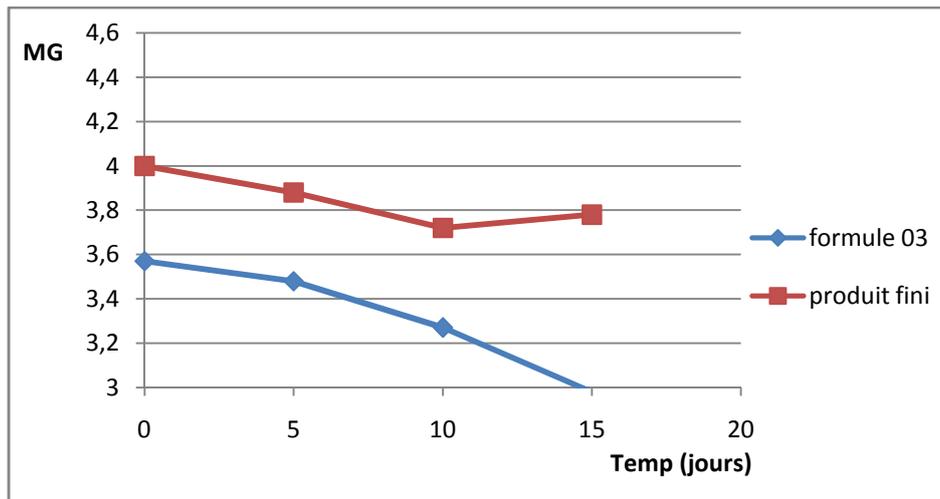


Figure n°9: Evolution de la matière grasse au cours de conservation.

✓ MG :

D'après les résultats, on constate une diminution de la matière grasse du produit additionné par la poudre de cresson comparant au fromage frais qu'il reste stable pendant la conservation, ceci s'explique par :

- une perte de MG dans le fromage additionné par rapport à la quantité du fromage utilisé **80g** dans le pot, mais cette diminution reste dans la norme interne de l'entreprise **3.5-4.2**. Selon (**Hassanien M et al., 2013**) La teneur en matière grasse du fromage additionné de l'huile de graines de cumin noir augmente pendant la période de maturation, Ceci est probablement attribué à la diminution des solides non gras contenu à la suite de la dégradation des protéines et de sa perte partielle dans le lactosérum pendant la maturation.

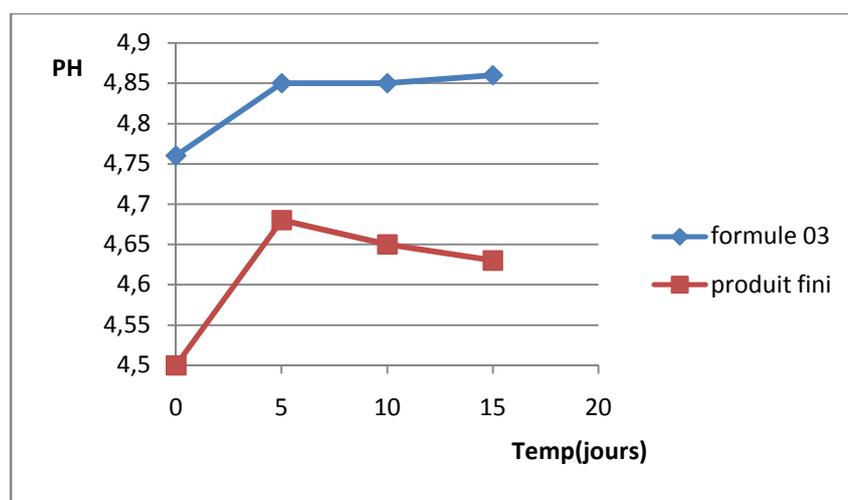


Figure n°10 : Evolution de potentielle hydrique au cours de conservation.

✓ pH :

on remarque que le fromage frais devient moins acide d'où le pH augmente en fonction du temps de **4.76 à 4.86**, ceci est due à l'effet de la poudre de cresson riche en alcaloïdes et en sucre ajoutée sous forme de sirop, ces valeurs restent dans l'intervalle de la norme interne de l'industrie (**4.65-4.8**). En comparaison avec celles du fromage frais «Lactel», on remarque que le produit s'oriente vers le milieu acide au cours de temps **4.71-4.63** et il est toujours conforme au norme interne **4.65-4.70**, cela pourrait être dû à la fermentation continue du lactose en acide lactique (**Hassanien M et al., 2013**) et selon (**Leyral, 2002**) la conversion du lactose en lactate entraîne une chute de pH.

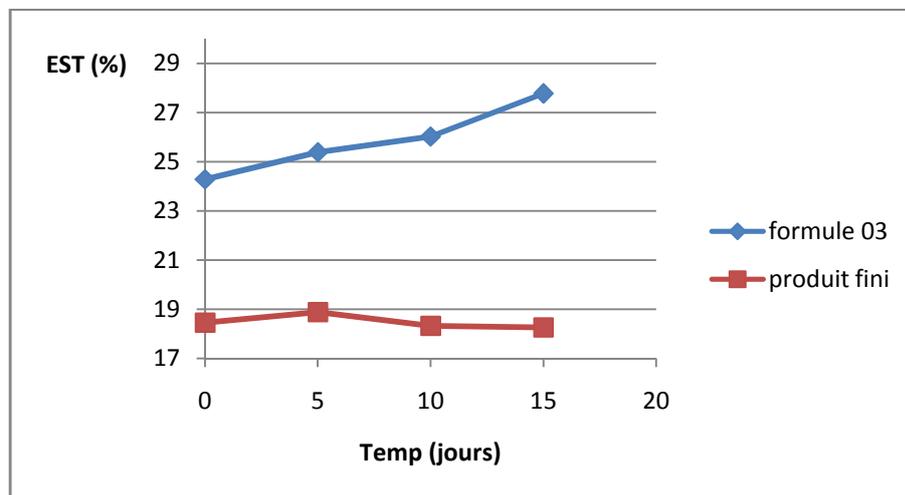


Figure n°11 : Evolution de l'extrait sec total (%) au cours de la conservation.

✓ EST :

L'évolution de l'EST du fromage formulé en fonction de temps montre une augmentation de celui-là depuis le jour de sa préparation (**24.29%**) jusqu'à (**27.77%**) après **18** jours, cette augmentation est due à l'effet de :

- la diminution du **HFD** durant cette période de conservation (**78.51%**) jusqu'au (**74.45%**) à cause de l'ajout de la poudre de cresson ;
- à la concentration du sucre dans le produit qui est déterminé par le degré de **Brix** qui augmente en fonction du temps de **18.4°** jusqu'au **20.86°**.

Cependant nous observons le dans les valeurs d'EST du fromage témoin « Lactel » de **(18.46%)** à **(18.27%)** a enregistrée.

Les résultats des deux produits témoins « Lactel » et formulé restent toujours conformes aux normes internes de l'unité qui est de 17-20%.

Selon les travaux de **(Lo 'pezet al. 2003)** montrent que la supplémentassions de fromage frais par les protéines de sésame a des similaires aux effets du soja sur les propriétés rhéologiques : la texture et la microstructure du fromage et les propriétés émulsifiantes.

II.3. Analyses microbiologiques

II-3-1-nouveau produit :

Les résultats d'analyses microbiologiques du nouveau produit additionné ont été effectués seulement pour le produit C de la 3^{ème} formulation pendant **15** jours au cours de la conservation à **4°C**, ces résultats sont résumés dans le **tableau 16**.

Tableau n°16: Analyses microbiologiques de nouveau produit.

Germes	J₀	J₅	J₁₀	J₁₅	Norme	Note
Coliformes totaux	0	0	0	0	10germes/g*	Conforme
Coliformes fécaux	0	0	0	0	1germe /g[®]	Conforme
Levures	Abs	Abs	Abs	Abs	Absence[®]	Conforme
moisissures	Abs	Abs	Abs	Abs	Absence[®]	Conforme

® : Normes fixées par le JORA n°35 : 27-05-1998.

* : Normes internes (fixées par l'entreprise).

D'après ces résultats on note :

- absence totale des **coliformes** (totaux et fécaux) ; ainsi que des **levures et moisissures** dans tous les échantillons a été observée.

on peut conclure que la préparation représente une bonne qualité microbiologique grâce à la présence de la poudre de graine de cresson qui a joué un rôle d'un conservateur par son pouvoir antimicrobien qui a été démontré par l'étude de **Adam et al., (2011)**; l'activité antimicrobiennes des extraits d'éther de pétrole ,de méthanol et d'eau d'extraits de graines de *L.sativum* a été démontée contre six agents pathogènes opportunistes ,nommément *Staphylococcus aureus* ,*Escherichia coli* ,*Klebsiella pneumoniae*, *proteusvulgaris* ,*Pseudomonas aeruginosa* et un champignon *Candida albicans*.

Annexe 1

Tableau 14 : Analyses physicochimiques du fromage frais.

Paramètres	pH	EST g/100g	MG g/100g	G/S%	HFD%
Norme interne Date	4.65- 4.70	17-20	3.5-4.2	20.58-23	83.5-86
22/03	4.71	18.46	4	21.69	84.94
27/03	4.68	18.89	3.88	20.54	84.38
01/4	4.65	18.33	3.72	20.29	84.83
08/4	4.63	18.27	3.78	20.69	84.94

Tableau 15 : Résultats d'analyses physicochimiques du nouveau produit.

Paramètres	pH	EST g/100g	MG g/100g	HFD%	G/S%	MAT	°Brix
Norme interne Date	4.56- 4.8	24- 27.5	3-4.6	69-80	12.5- 17	-	18- 20
22/3	4.76	24.29	3.57	78.51	14.70	7.16	18.4
27/3	4.85	25.39	3.48	77.30	13.71	-	19.10
01/04	4.85	26.03	3.27	76.47	12.56	-	19.55
08/04	4.86	27.77	2.98	74.45	10.73	-	20.86

Annexe 2

Différents appareillages utilisés :



Balance



PH mètre



Centrifugeuse



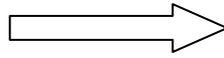
Bain mari



Godet incorporé de fromage frais



Mesure de l'extrait sec (avant)



Après



Distillateur



Poste de minéralisation

Ingrédients utilisés :



Poudre de cresson



Sirop de saccharose



Pipette pasteur stérile utilisé pour
mélanger la préparation



Produit A, B,C ,D emballé



Texture ferme du produit C

Fiche de dégustation

celia

Beni-Tamou, le

Fiche de dégustation

Nature : Pâtes fraîches

Sexe : E M

Fonction :

Fumeur : OUI NON

Echantillon	Gout	Couleur	Aspect	texture
A				
B				
C				
D				

0 : Très mauvais
1 : Mauvais
2 : Moyen
3 : Assez bon
4 : Bon
5 : Très bon

Observations du dégustateur :