

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
*République Algérienne Démocratique Et Populaire*  
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي  
*Ministère De L'Enseignement Supérieur Et De La Recherche Scientifique*  
جامعة احمد بوقرة بومرداس  
*Université M'Hamed Bougara Boumerdès*



**Faculté des Sciences**  
**Département de biologie**  
Filière : Sciences agronomie

## **MÉMOIRE DE FIN D'ETUDES**

En vue d'obtention de diplôme de Master II en Contrôle de Qualité et Nutrition  
en Agro-alimentaire

spécialité : contrôle de qualité et nutrition agro-alimentaire

Thème :

**Elaboration d'un fromage fondu à base de pissenlit**  
*Taraxacum officinale*

Présenté par :

M<sup>lle</sup> BOURAHLA Besma

M<sup>me</sup> OUGABE Selma

Soutenu le 28 Juin 2017 devant le jury :

Présidente: M<sup>me</sup> AIT KAKI S. MCA UMBB

Examinatrice : M<sup>me</sup> AMELLAL H. MCA UMBB

Promotrice : M<sup>me</sup> HALLADJ F. MCA UMBB

Année Universitaire: 2016-2017

## *Remerciements*

*Avant tout, nous remercions le Dieu de nous avoir donné le courage, la patience et la volonté pour achever ce modeste travail.*

*Nos vifs remerciements et profonde gratitude s'adressent à notre promotrice Melle Halladj F., qui a accepté de nous encadrer, nous la remercions infiniment pour sa grande patience, ses encouragements, son aide et ses conseils judicieux, durant la réalisation du présent travail.*

*Nous tenons particulièrement à remercier les membres du jury Mme Amellal H. pour avoir accepté d'examiner ce modeste travail et Mme Ait-Kaki S. pour avoir accepté de présider le jury.*

*Nous exprimons également nos remerciements à Mr ZIRIFI A. le directeur de l'entreprise FAIZ, au chef du laboratoire Mr SABAOU K. qui nous a aidé et assisté tout le long de notre stage. A tous les techniciens de laboratoire d'agronomie de l'UMMB, à l'ensemble du personnel de l'unité de FAIZ.*

*Enfin, nous remercions tous ceux qui nous ont aidés de près ou de loin à la réalisation de ce travail.*

# **Dédicace**

*J'ai l'honneur de dédier ce modeste travail réalisé grâce à l'aide de dieu tout puissant.*

*Spécialement à mon père*

*À qui je dois énormément, qui a cru en moi et qui m'a donné les moyens d'aller aussi loin, qui m'a beaucoup aidé dans ma vie et durant mes études. Ce travail est le fruit de tes sacrifices que tu as consentis pour mon éducation et ma formation.*

*A ma très chère mère*

*Affable, honorable, aimable : Tu représentes pour moi le Symbole de la bonté par excellence, la source de tendresse et l'exemple du dévouement qui n'a pas cessé de m'encourager et de prier pour moi. Ta prière et ta bénédiction m'ont été d'un grand secours pour mener à bien mes études.*

*A mes très chères sœurs : Nesrine et Nour el Houda*

*A mes très chers frères : Sid Ahmed et Akram*

*A mes très chères tantes : Dalila, Sabiha, Aïcha et spécialement à l'esprit de ma tante Saida*

*A mes très chères cousines : Fatima, Amina, Yasmi et Souhila*

*A tout mes oncles*

*Et à tous mes cousins*

*A tous les membres de ma famille Bourahla et Touati, petits et grands.*

*Et spécialement à notre promotrice Halladj Fatima*

*Et enfin à toutes les personnes qui comptent pour moi, intervenues dans ma vie à un moment ou à un autre et qui m'ont accompagné et soutenu.*

*Et Tous ceux qui, par un mot, m'ont donné la force de continuer ....*

*BESMA ....*

## *Dédicaces*

*D'abord je remercie Allah le tout puissant*

*Je dédie ce travail:*

- ❖ A la source de la tendresse, ma mère.*
- ❖ A mon père, qui m'a appris que la patience est le Secret du succès.*
- ❖ A tous mes frères Omar, Krimou, Mohamed.*
- ❖ A mes sœurs Amina, ma chère Maroua.*
- ❖ A ma fille Rimess*
- ❖ Un grand merci pour mon mari Tarek Abd Aziz, la maman et le papa de mon marié.*
- ❖ A toutes mes amies : Nesrine, Thoraya, Bessma, Lynda, Samia.*

## *Remerciements*

*Avant tout, nous remercions Dieu de nous avoir donné le courage, la patience et la volonté pour achever ce modeste travail.*

*Mon vif remerciement et ma profonde gratitude s'adressent à mon*

*Promotrice Melle Halladj F, qui a accepté m'encadrer, je le remercie infiniment pour sa grande patience, ses encouragements, son aide et ses conseils judicieux, durant la réalisation du présent travail.*

*Je remercie également :*

*Je remercie l'ensemble des personnes de l'unité de faiz surtout le chef de laboratoire :sabaoui khaled*

*Je remercie les techniciens du laboratoire d'agronomie du UMBB .*

*En fin je remercie tous ceux qui m'ont apporté de l'aide de près ou de loin à la réalisation de ce travail.*

# TABLE DES MATIERES

## LISTE DES TABLEAUX

## LISTE DES FIGURES

## LISTE DES ABREVIATIONS

INTRODUCTION.....	1
-------------------	---

### *Chapitre I: Synthèse bibliographique*

<b>I. LES FROMAGES .....</b>	<b>3</b>
I.1. Généralité sur les fromages.....	3
I.2. Définition du fromage.....	3
I.3. Composition et valeur nutritive du fromage .....	3
I.4. Classification des fromages .....	5
<b>II. Fromage fondu.....</b>	<b>3</b>
II.1. Aperçu historique .....	7
II.2. Définition du fromage fondu .....	7
II.3. Valeur nutritionnelle .....	8
II.4. Classification du fromage fondu.....	8
II.5. Composition du fromage fondu pasteurisé (les matières premières).....	10
II.6. Les étapes de fabrication du fromage fondu.....	11
<b>III. LE PISSENLIT (<i>Taraxacum officinale</i>).....</b>	<b>15</b>
III.1. Historique sur le pissenlit .....	15
III.2. Nomenclature et habitat.....	16
III.3. Systématique ou classification botanique .....	16
III.4. Description du pissenlit.....	16

III.5.Valeur nutritive .....	18
III.2.Propriétés du <i>Taraxacum officinale</i> .....	19

## ***Chapitre II: matériel et méthodes***

<b>I. Matériel.....</b>	<b>20</b>
I.1. Matériel biologique.....	20
I.2. Matériel non biologique.....	21
<b>II. Méthodes.....</b>	<b>21</b>
II.1.1. Screening phytochimique.....	21
II.1. 2.Extraction de polyphénols.....	23
II.1.2.2.Dosage de polyphénols.....	24
II.1.2.3.L'activité antioxydant .....	24
II.2. Analyses physico-chimiques de la matière première et le produit fini.....	25
II.3. La fabrication du fromage fondu au herbe.....	31
II.4. L'analyse sensoriel .....	31
II.5. Les analyses microbiologiques.....	32

## ***Chapitre III : résultats et discussion***

III.1. Screening phytochimique .....	34
III.2. dosage des polyphénols.....	36
III.3. L'activité antioxydante .....	37
III.4. Résultats des analyses physico-chimiques de la matière première.....	37
III.5. Résultats du test sensoriel.....	42
III.6. Résultats des analyses microbiologiques de la matière première et le produit fini .....	45

<b>Conclusion et perspectives .....</b>	<b>49</b>
<b>Références bibliographique .....</b>	<b>51</b>
<b>Annexes</b>	

## LISTE DES TABLEAUX

---

### LISTE DES TABLEAUX

Tableau I : Composition de quelques de fromages (par 100g de fromage).....	4
Tableau II : Valeur énergétique de différents fromages.....	4
Tableau III : Composition du fromage fondu .....	8
Tableau IV: Classification des fromages fondus.....	9
Tableau V : valeur nutritive du <i>Taraxacum officinale</i> .....	18
Tableau VI : Les matières premières utilisées dans la fabrication du fromage fondu .....	20
Tableau VII : différentes analyses microbiologiques effectuées .....	32
Tableau VIII : résultats du screening phytochimique sur le pissenlit ( <i>Taraxacum officinale</i> ).....	34
Tableau IX : résultats des analyses physico-chimiques du fromage de fonte « cheddar » .....	38
Tableau X : résultats des analyses physico-chimiques de la poudre de lait à 26% et 0% .....	39
Tableau XI : résultats des analyses physico-chimiques de l'eau de process .....	40
Tableau XII : Récapitulatif des caractéristiques physicochimiques du fromage fondu simple et additionné de pissenlit à (15 g, 20 g et 30 g).....	41
Tableau XIII : résultats des analyses microbiologiques du fromage de fonte « cheddar » .....	45
Tableau XIV : résultats des analyses microbiologiques du lait en poudre à 26% et à 0%.....	46
Tableau XV : résultats d'analyses microbiologiques de l'eau de process.....	47
Tableau XVI : résultats des analyses microbiologiques du fromage fondu simple.....	48

## **LISTE DES FIGURES :**

<b>Figure 1 :</b> la classification des fromages.....	6
<b>Figure 2:</b> diagramme de fabrication du fromage fondu pasteurisé.....	14
<b>Figure 3:</b> pissenlit ( <i>Taraxacum officinale</i> ).....	15
<b>Figure 4 :</b> schéma représentatif du <i>Taraxacum officinale</i> .....	17
<b>Figure 5 :</b> la poudre de pissenlit .....	21
<b>Figure 6 :</b> Etapes de fabrication du fromage fondu additionné de pissenlit.....	31
<b>Figure 7 :</b> courbe représentative des résultats de texture de test sensoriel.....	43
<b>Figure 8 :</b> courbe représentative des résultats d'odeur de test sensoriel.....	43
<b>Figure 9:</b> courbe représentative des résultats de couleur de test sensoriel.....	44
<b>Figure 10 :</b> courbe représentative des résultats de gout de test sensoriel.....	44

## **LISTE DES ABRIVATION**

**AFNOR** : association française de normalisation

**BP**: Baird parker

**VF**: Viande-Foie

**E** : échantillon

**EST** : extrait sec totale

**H** : humidité

**°D** : dornic

**P15** : fromage fondu additionné de 15g de pissenlit

**P20** : fromage fondu additionné de 20g de pissenlit

**P30** : fromage fondu additionné de 30g de pissenlit

**MG** : matière grasse

**°F** : degré français

**JOA** : Journal officiel algérien

Le lait est un aliment riche en protéines de haute valeur biologique, de sucres, de macro- et d'oligo-éléments, en particulier de calcium, il renferme également des vitamines. C'est un aliment complexe aux nombreuses vertus et un compagnon indispensable d'une alimentation équilibrée (**Debry, 2001**).

Le fromage un des dérivés du lait a toujours été une valeur sûre de l'alimentation humaine. C'est le résultat d'une transformation de lait très ancienne puisque des écrits témoignent de sa fabrication quelques trois mille ans avant notre ère en basse Mésopotamie. Source précieuse de protéines, le fromage a été l'un des premiers moyens de conservation du lait, matière première rapidement périssable (**Lambert, 1988**).

Le fromage fondu est une préparation qui a permis une stabilisation bien plus poussée des protéines laitières, tout en conservant plus ou moins au produit fini l'aspect d'un fromage (**Meyer, 1973**).

Depuis des milliers d'années, l'homme a utilisé les plantes rencontrées dans la nature pour traiter et soigner des maladies, mais également pour s'alimenter. L'utilisation des plantes sauvages dans la plupart des sociétés fait partie du système et des pratiques de savoirs indigènes pendant de nombreuses générations. La consommation de ces plantes fournit aux populations rurales la plupart de leurs besoins quotidiens en vitamines et minéraux essentiels, en particulier en acide folique, et en vitamines A, B complexe, E et C et, dans bien des cas, ont des propriétés médicinales (**Fanzo et al., 2013**).

En outre, de nombreux travaux scientifiques ont montré que la consommation de fruits et végétaux était bénéfique pour la santé humaine compte tenu de leur richesse en molécules bioactives jouant un rôle dans la prévention des maladies chroniques telles que les pathologies du cœur, le cancer, le diabète et l'hypertension (**Charles, 2012 ; Meddour et al., 2013**).

Le pissenlit au nom scientifique *Taraxacum officinale* est une plante sauvage rencontrée dans la plupart des régions du monde presque toute l'année. Elle est très appréciée par certaines populations de la Kabylie. En effet, les feuilles sont traditionnellement consommées en salade tandis que les racines en préparation sont indiquées pour les problèmes urinaires, l'anémie, les ulcères et le rhumatisme.

Le consommateur d'aujourd'hui conscient de l'intérêt de consommation d'aliments riches en antioxydants bénéfiques à la santé incite ainsi les industriels à la diversification des produits mis sur le marché. C'est dans ce sens que s'inscrit notre étude dont l'objectif consiste à mettre à profit dans l'industrie agro-alimentaire les effets biologiques du pissenlit et ce, par son incorporation dans l'élaboration d'un fromage fondu.

## CHAPITRE I : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

### I. LES FROMAGES

#### I.1. Généralités sur les fromages

Le nom fromage dérive du mot latin «*formaticus*» qui signifie former ou mouler. La première occurrence de l'utilisation du fromage comme aliment est inconnue, les ethnologues tiennent preuve que l'homme connu depuis longtemps le phénomène de coagulation du lait depuis la découverte sur les rives du lac Neuchâtel (en suisse) des moules à caillé datant de 5000 ans av J-C (**Gelais *et al.*, 2002, Katz et Weaver, 2003**).

Il est probable que les fromages aient été la première fois produits accidentellement en transportant du lait dans des sacs faits d'estomacs de mammifères. Il s'agissait en effet, d'une pratique courante dans les temps anciens, en Europe de l'Est et en Asie de l'Ouest, pour transporter le lait. Certains facteurs ont été certainement nécessaires à la transformation du lait en fromage comme la chaleur, l'acidité et les sucs de l'estomac. Ainsi, des extraits d'estomac de plusieurs types d'animaux (moutons, chèvres, vaches), mais également des extraits de plantes ont été utilisés pour la préparation de fromages (**Abi Azar, 2007**).

#### I.2. Définition du fromage

Les fromages sont des formes de conservation et de stockage ancestrales de la matière utile de lait dont les qualités nutritionnelles et organoleptiques sont très appréciées (**Jeantet *et al.*, 2007**).

La définition « fromage » est réservée au produit fermenté ou non, affiné ou non, obtenu à partir des matières d'origines exclusivement laitières suivantes : lait entier, lait partiellement ou totalement écrémé, matière grasse (MG), 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 (MS) du produit ainsi défini doit être de 23 g pour 100 g de fromage (**Gouedranche *et al.*, 1999 ; Jeantet *et al.*, 2007**).

#### I.3. Composition et valeur nutritive du fromage

Les fromages représentent un groupe alimentaire très hétérogène dont la constitution est très variable selon la qualité de la matière première utilisée ou selon la technique de

fabrication. Les compositions des fromages sont dues aux constituants énergétiques tels que les protéines, les sels minéraux, les vitamines, l'eau et les lipides (Eck, 1987). La composition de certains fromages est donnée dans le **tableau I**.

**Tableau I : Composition de quelques de fromages (par 100g de fromage) (Scott *et al.*, 1998).**

Fromages composés	Parmesan	Cheddar	Edam	Cottage	Feta
<b>Eau (g)</b>	18,4	36	43,3	79,9	58
<b>Protéines(g)</b>	39,4	25,2	6,0	14	20
<b>Lipides (g)</b>	32.7	34.4	25.4	4	21
<b>Cholestérol (µg)</b>	100	100	80	13	70
<b>Energie Kcal</b>	452	412	33	98	250
<b>Vitamines (µg)</b>					
<b>Vitamine A</b>	345	325	175	-	-
<b>Vitamine D</b>	0.25	0.26	0.19	0.03	0.5
<b>Vitamine E</b>	700	480	480	80	370
<b>Minéraux (mg)</b>					
<b>Sodium</b>	1090	670	1020	380	1440
<b>Potassium</b>	110	77	97	89	95
<b>Calcium</b>	1200	720	770	73	360
<b>Magnésium</b>	45	25	39	9	20
<b>Phosphore</b>	810	490	530	160	280
<b>Zinc</b>	5.3	2.3	2.2	0.6	0.9
<b>Sulfure</b>	250	230	-	-	-
<b>Chlorides</b>	1820	1030	1570	550	2350

Par ailleurs, la teneur calorique des fromages varie d'un type à autre, l'essentiel de ces calories provient des lipides (**tableau II**).

**Tableau II : Valeur énergétique de différents fromages (Eck, 1987).**

Composition	Fromage fondu	Fromage à pâte pressée non cuite
<b>Eau (g)</b>	48	40
<b>Energie (Kcal)</b>	280	355
<b>Lipides (g)</b>	22	24
<b>Protéines (g)</b>	18	28
<b>Glucides (g)</b>	2,5	3
<b>Calcium (mg)</b>	680	700
<b>Phosphore (mg)</b>	900	360
<b>Potassium (mg)</b>	95	100

### I.4. Classification des fromages

Il existe de nombreuses méthodes de classification des fromages qui diffèrent entre elles selon le type de critère retenu : le type de lait utilisé, le pays d'origine, la technique de fabrication, le mode d'affinage, l'aspect extérieur, la teneur en eau. Parmi ces classifications, celle de Steven Jenkins basée sur les caractéristiques généraux du fromage (apparence, mode de production...) et qui décrit huit familles de fromage dont le fromage frais, fromage à croûte soit naturelle, fleuré ou lavée, fromage bleu veiné, fromage non cuit à pâte pressée, fromage cuit et pressé, et enfin le fromage fondu (**Katz et Weaver, 2003 ; Pradal, 2012**).

Selon la norme internationale A-6 (1978-FAO /OMS) les fromages sont classés en fonction de leur teneur en eau dans le fromage dégraissé (HDF), leur teneur en matière grasse et les principales caractéristiques d'affinage (**Figure 1**).

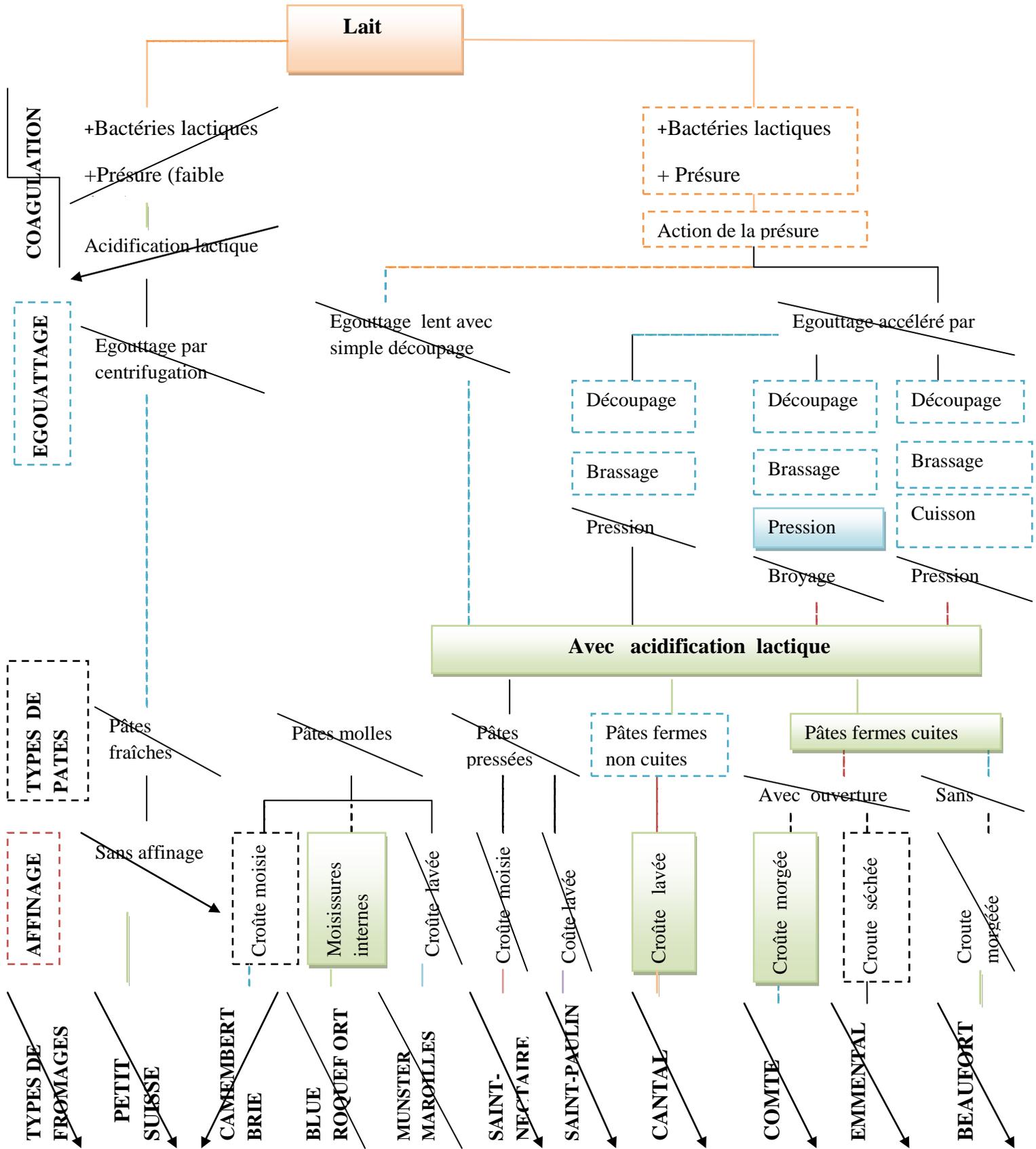


Figure 1 : la classification des fromages (Lenoir et al., 1983).

## II. Fromage fondu

### II.1. Aperçu historique

La possibilité de produire le fromage fondu a été traitée pour la première vers la fin du 19<sup>ème</sup> siècle. Les sels de fonte n'étaient pas utilisés et le produit n'a pas réussi. Le premier fromage fondu réussi, dans lequel les sels de fonte ont été utilisés fut introduit en Europe en 1911 et aux USA en 1916 par Kraft (**Meyer, 1973**).

En 1917, l'entreprise KRAFT basée à Chicago a commercialisé le premier fromage fondu de cheddar en portion de 5 livres, fabriqué pour ravitailler l'armée américaine. Après 1930, le fromage fondu a pris son envol sur les marchés européens grâce à l'utilisation des poly phosphates, comme sels de fonte émulsifiants (**Eck et al., 1997**).

Selon **Fox et McSweeny (1993)**, la fonte des fromages présente plusieurs avantages :

- Une certaine quantité de fromage qui est difficile ou même impossible à commercialiser peut être employée ;
- Le mélange de différentes variétés de fromage et d'autres matières premières non laitières permet de donner des fromages fondus différents du point de vue consistance, flaveur et forme ;
- Ils ont une stabilité à la conservation sous des températures modérées, ce qui réduit le coût de stockage et du transport (**Christensen et al., 2003**).
- Ils sont plus stables que les fromages naturels pendant le stockage ;
- Une valeur nutritionnelle excellente, spécialement comme source de calcium et de protéines pour les enfants, et bonne aptitude à la satisfaction des besoins nutritionnels s'ils sont enrichis en vitamines et en minéraux (**Zhang et Mahoney, 1991; Sukhinina et al., 1997**).

### II.2. Définition du fromage fondu

Un fromage fondu est un fromage obtenu par la fonte de fromage ou d'un mélange des fromages ; ce mélange est broyé puis chauffé sous vide partiel et agitation constante jusqu'à obtention d'une masse homogène qui est conditionnée dans un emballage protecteur. On peut ajouter d'autres matières premières d'origine laitière (beurre, poudre de lait) en incorporant des ingrédients aromatiques (**Eck et al., 1997**).

### II.3. Valeur nutritionnelle du fromage fondu

Le fromage fondu est un excellent moyen d'apporter à notre corps les éléments énergétiques et bâtisseurs nécessaires à son fonctionnement (lipides, glucides, protéines, minéraux, vitamines, etc.), il apporte à l'organisme la majorité des nutriments essentiels à un bon équilibre alimentaire (**tableau III**) (**Meyer, 1973**).

**Tableau III : Composition du fromage fondu (Meyer, 1973).**

Composants	Composition par 100g de fromage fondu	
	45 % MG dans ES	60 % MG dans ES
<b>Eau</b>	51,3 %	50,6 %
<b>Matière grasse</b>	23,6 %	30,4 %
<b>Protéines</b>	14,4 %	13,2 %
<b>Sodium</b>	1,26 mg	1,01 mg
<b>Potassium</b>	65,0 mg	108 mg
<b>Calcium</b>	547,0 mg	355,0 mg
<b>Phosphore</b>	944,0 mg	795,0 mg
<b>Vitamine A</b>	0,30 mg	/
<b>Vitamine D</b>	3,13 µg	/
<b>Vitamine B1</b>	34,0 µg	/
<b>Vitamine B2</b>	0,38 mg	/
<b>Vitamine B6</b>	70,0 µg	80,0 µg
<b>Biotine</b>	3,60 µg	2,80 µg
<b>Acide folique</b>	3,46 µg	3,40 µg
<b>Vitamine B12</b>	0,25 µg	0,25 µg
<b>Vitamine C</b>	Traces	Traces
<b>Valeur énergétique (KJ/Kcal)</b>	1178/282	1490/339

### II.4. Classification du fromage fondu

Les différences observées dans la classification des fromages résultent de la nature du critère considéré parmi lesquels, on peut citer : la source de lait (chèvre, mouton, vache, chameau, etc.), les conditions de fermentation et de maturation, la méthode de pressage, dimensionnement et mise en forme, le type de bactéries utilisé, apparence, texture qui est en grande partie déterminée par l'humidité et la teneur en matières grasses, mode d'emballage, et / ou même leur lieu d'origine (**Brown, 2014 ; Donnelly, 2014**).

Ainsi, la classification des fromages fondus selon la teneur en matière grasse de l'extrait sec (MG/ES) permet de distinguer sept catégories (**tableau VI**) (**DFI, 2009**).

**Tableau IV: Classification des fromages fondus (DFI, 2009).**

Catégorie selon la teneur en MG	Teneur minimale MG/ES en g/kg	Fromage fondu ES minimal en g/kg	Fromage fondu à tartiner ES minimal en g/kg
<b>Double crème</b>	650	530	450
<b>Crème</b>	550	500	450
<b>Gras</b>	450	500	400
<b>Trois-quart gras</b>	350	450	400
<b>Demi-gras</b>	250	400	300
<b>Quart-gras</b>	150	400	300
<b>Maigre</b>	Moins de 150	400	300

La classification des fromages selon la forme permet de distinguer :

#### **II.4.1. Fromage fondu en bloc**

C'est le plus ancien des fromages fondus. Il est obtenu par moulage soit dans le moule, soit dans l'emballage préalablement formé. Sa teneur en matière sèche est relativement élevée (au moins 50%) comparé au rapport matière grasse / matière sèche (MG/ES) (40%). Il a une consistance ferme et une bonne élasticité. Le coulage s'effectue sous forme de blocs de poids différents, mais aussi de plus en plus sous forme de tranches (**Boutonnier et al., 2006**).

#### **II.4.2. Fromage fondu en tranche**

Les tranches sont obtenues soit en formant des bandes qui seront découpées, soit en moulant le fromage en forme de tube ; ce type possède un rapport matière grasse/ matière sèche élevé (**Eck, 1987**).

#### **II.4.3. Fromage fondu à couper**

Comparé au bloc, ce type est plus ferme, l'extrait sec inférieur à 5% pour un rapport MG/MS équivalent, ce qui le rend plus agréable à la dégustation, Il est plus facile de couler en portion (**Boutonnier et al., 2006**).

### **II.4.4. Fromage fondu tartinable**

Sa consistance est réglée par le processus de crémage lui conférant une certaine tartinabilité. Ces produits peuvent être aromatisés et conditionnés en emballages souples (portions) ou rigides (pots, barquettes, tubes) (**Boutonnier, 2000**).

### **II.4.5. Fromage fondu thermostable**

C'est un fromage fondu qui ne doit pas fondre lorsqu'on le soumet à une nouvelle source de chaleur. Il subit un crémage très poussé (**Boutonnier, 2000**).

## **II.5. Composition du fromage fondu pasteurisé**

Les constituants intervenant dans la fabrication du fromage fondu pasteurisé sont divers :

### **II.5.1. Le cheddar**

Le cheddar est un fromage d'origine anglaise, il est fabriqué à partir de lait cru pasteurisé. Il se conserve pendant une durée allant de six semaines à trois (3) mois (**Luquet, 1985**). C'est un fromage à pâte ferme dure et de bonne conservation, sa couleur naturelle varie du blanc au jaune pâle. La teneur en humidité ne peut dépasser 39 % et la teneur en gras ne peut être inférieure à 31 % (**Codex Stan, 1978**).

### **II.5.2. La poudre de lait**

C'est un produit laitier obtenu à partir d'un lait cru ayant subi une déshydratation par la chaleur (180°C) permettant ainsi une longue conservation, la durée de conservation est d'environ 3 ans pour la poudre de lait écrémé, tandis qu'elle est de 6 mois maximum pour la poudre de lait entier. Les poudres de lait sont réparties en trois groupes : la poudre de lait entier (26 % de matière grasse), la poudre de lait demi-entier (22 % de matière grasse), et enfin la poudre de lait écrémé (0 % de matière grasse) (**Carole et Vignola, 2002**).

### **II.5.3. L'eau de process**

Elle intervient comme matière première, l'un des paramètres physico-chimiques jouant un rôle déterminant dans la fabrication de tous les produits alimentaires. L'humidité des fromages est généralement faible à cause de l'ajout des poudres. Par conséquent, l'eau va solubiliser et disperser les protéines et émulsionner la matière grasse. Cette eau doit être exempte de micro-organismes et de contaminants chimiques, tel que le nitrate (**German, 1976**).

### **II.5.4. Les sels de fonte**

Ce sont des additifs de base employés dans la fabrication des fromages fondus. Ils permettent la réalisation du processus de la fonte et agissent comme émulsifiants permettant de donner au produit fini une texture homogène et coulante. Leur absence entraîne après arrêt du brassage la séparation de la caséine (**Luquet, 1985**).

Les sels de fonte utilisés dans la fabrication de fromage fondu sont : les sels de sodium, de l'acide phosphorique et l'acide citrique (**Eck, 1987**).

### **II.6. Etapes de fabrication du fromage fondu pasteurisé**

#### **II.6.1. Nettoyage de la surface des fromages**

Cette opération consiste à déshabiller le cheddar de son film plastique puis le débarrasser à l'aide d'un couteau ou grattoir des moisissures pouvant se manifester sur la surface (**Boutonnier, 2000**).

#### **II.6.2. Découpage et broyage du fromage de fonte**

Après la préparation de cheddar, ce dernier est découpé en morceaux plus petits, à l'aide d'une machine ou d'un autre outil selon les moyens disponibles de l'entreprise (**Luquet, 1985**).

#### **II.6.3. Mélange des ingrédients**

Dans cette étape, les différentes variétés de fromage et autres produits laitiers ou non laitiers sont pesés et incorporés avec les sels de fonte, puis un pré-broyage de l'ensemble est effectué pendant quelques minutes pour obtenir un mélange destiné à la cuisson (**Eck et al., 1997**).

#### **II.6.4. La Cuisson et le brassage du mélange**

C'est l'opération clef de la fabrication du fromage fondu, elle consiste à cuire les ingrédients avec utilisation de vapeur dans les pétrins pour une simple pasteurisation 90 – 95 °C pendant 10 minutes (**Fox et al., 2000**). Les traitements thermiques sont généralement suffisants pour éliminer toutes formes végétatives (**Warburton et al., 1986**).

#### **II.6.5. Le crémage**

Le crémage est l'épisode de la fonte qui détermine la qualité future du fromage fondu (**Lee, 1981**). Il est caractérisé par une absorption d'une quantité d'eau au niveau de chaque particule

protéique, ce qui provoque le gonflement et l'épaississement de la pâte et provoque aussi une modification des liaisons chimiques où a lieu pendant le chauffage (**Gaucheron, 2004 ; Étienne, 1992**).

### **II.6.6. Conditionnement**

Le transport de la pâte chaude du produit vers les machines de conditionnement, est réalisé à l'aide des bidons, pour être ensuite conditionné et emballé en plusieurs formats dans des feuilles d'aluminium, et une fois conditionnée on les met dans des boîtes en métal de façon manuelle. Le fromage fondu peut être aussi emballé en tube, en boîte de conserve, ou dans des boyaux en plastique (**Meyer, 1973; Noronha et al., 2008**).

### **II.6.7. Le refroidissement**

Ce refroidissement peut se faire par circulation des produits sur des tapis à l'air ambiant mais les meilleurs résultats sont obtenus dans des tunnels de refroidissement (**Eck et al., 1997**). Le mode de refroidissement du fromage fondu varie selon le format et le type de produit. Le fromage fondu conditionné à chaud doit être refroidi rapidement dans des chambres froides à 4°C afin d'éviter les risques de brunissement enzymatique de la pâte. Cette vitesse de refroidissement varie avec la taille du produit et son système d'emballage (**Luquet, 1990**).

### **II.6.8. L'étiquetage**

L'étiquetage est collé sur la portion par point de colle, il doit contenir (**Boutonnier, 2000**):

- La teneur en matière grasse dans l'extrait sec,
- Le nom et l'adresse du fabricant, de l'emballage, du distributeur, de l'exportateur ou du vendeur de produit doivent être déclarés.
- La date de fabrication et de péremption du produit.
- La température de conservation (entre 10 et 15°C).

### **II.6.9. La conservation**

Le fromage fondu est apparenté aux conserves et aux semi-conserves, sa durée de vie est de plusieurs mois à basse température et de 90 à 180 jours environ à température ambiante, afin de prévenir la possibilité d'altération de la matière grasse (**Eck, 1987**).

### **II.6.10. Stockage et commercialisation**

Les produits mis en carton sont stockés dans des entrepôts dont la température se situe autour de 10 à 15°C et la durée de conservation peut être estimée entre 6 à 12 mois si les conditions optimales au cours de différentes étapes de fabrication sont bien respectées (**Eck *et al.*, 1997 ; Guinee *et al.*, 2004 ; Bunka *et al.*, 2008**).

Les étapes de fabrication du fromage fondu pasteurisé sont représentées ci-après (**Figure 2**) :

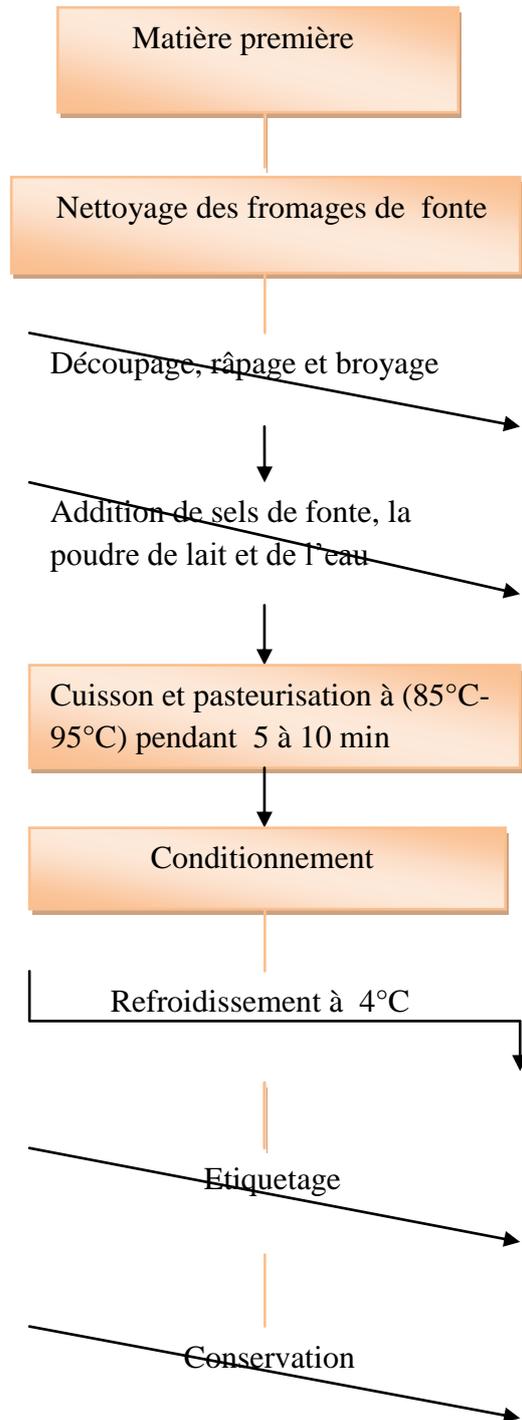


Figure 2: diagramme de fabrication du fromage fondu pasteurisé (Luquet, 1990).

### III. LE PISSENLIT (*Taraxacum officinale*)

#### III.1. Historique sur la plante

Le pissenlit (Figure 3) est parmi les herbes les plus reconnaissables dans le monde. L'usage traditionnel de cette plante est antérieur à son enregistrement. Ses feuilles sont classiquement considérées comme un remède précieux en médecine chinoise, à la fois topique et interne, pour traiter les abcès, réduire l'inflammation de l'œil et provocation de la diurèse (**Bensky et al., 2004**).



**Figure 3: pissenlit (*Taraxacum officinale*) (Originale, 2017).**

Malgré ses origines botaniques probables en Asie, il existe des mythes et usages médicaux traditionnels pour le pissenlit en Europe (**Mackillop, 2004**). Par ailleurs, l'herbe est probablement mentionnée dans le célèbre de Dioscوريدes « *Materia Medica-Dioscorides* » qui a utilisé des noms grecs anciens pour la plante et a donné une description qui ressemble beaucoup au pissenlit (**Robert et al., 2002**). Ces sources traditionnelles ont systématiquement mentionnés les racines comme utiles pour le foie, tandis que les feuilles et les fleurs étaient considérées comme diurétiques utiles et stimulants digestifs amers (**Grieve, 1931**). Tout au long de son énorme gamme croissante, toutes les parties du pissenlit ont été consommées comme nourriture.

### III.2. Nomenclature et habitat

Le pissenlit appelé encore selon les régions dent-de-lion (*dandelion* en anglais), salade de taupe, couronne de moine, florin d'or, laitue de chien, robe jaune, pis-à-lit (**Jackson, 1982 ; Michel et al., 2007**), et au nom scientifique *Taraxacum officinale* appartient à la famille des *Astéracées* (Composées actuellement) (**Yves et al., 2002**). Cette plante également désignée par **Thougmath temgharth** en kabyle, (الهندباء), (**Djerdjir**) ou (**Tifaf**) en arabe algérien est une plante herbacée vivace qui serait originaire d'Europe, d'Afrique, d'Asie centrale et du Nord et d'Amérique du nord (**Quebec, 1996**).

Espèce cosmopolite, relativement commune dans toute l'Algérie septentrionale (**Baba Aissa, 2000**). Elle pousse au printemps dans les champs, les prairies, aux bords de chemins, bords de mer, pierraille, elle préfère un sol sablonneux, meuble et substantiel (**Yves et al., 2002**).

### III.3. Systématique ou classification botanique

D'après **Small et Catling, (2000)**, la classification du pissenlit est comme suit :

**Règne :** *Plantae*

**Embranchement :** *Spermatophyta*

**Division :** *Magnoliophyta*

**Classe :** *Magnoliopsida*

**Sous classe :** *Asteridae*

**Ordre :** *Asterales*

**Famille :** *Asteraceae*

**Genre :** *Taraxacum*

**Espèce :** *Taraxacum officinale*

### III.4. Description du pissenlit

Le pissenlit est une plante à souche épaisse de taille est variable allant de 5 à 40 cm, sa multiplication se réalise par semi des graines. La récolte des feuilles et des fleurs se pratique au tout début de la floraison (**Michel et al., 2007**). Sa **racine** (Figure 4) assez longue, presque aussi grosse que le doigt, est d'un brun rougeâtre en dehors, blanc et succulent en dedans et libère un liquide laiteux (un latex blanc) lorsqu'elle est fraîche (**Cazin, 2010**).

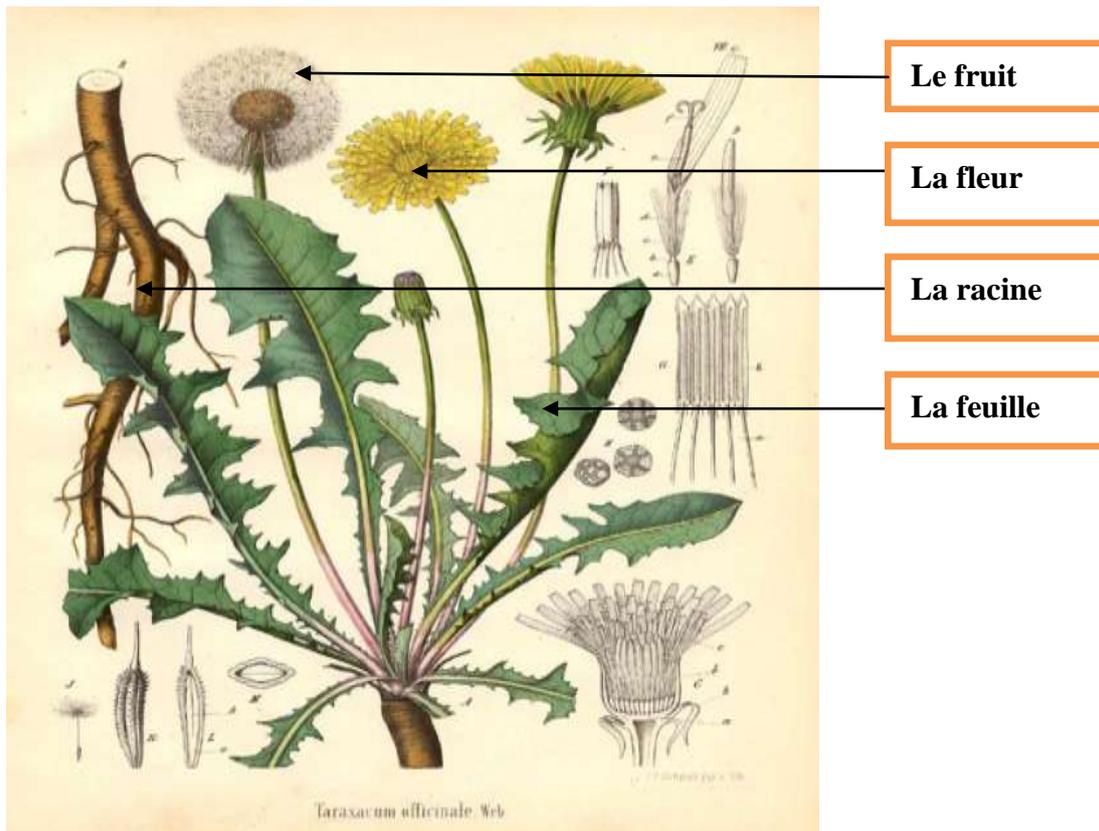


Figure 4 : schéma représentatif du pissenlit (*Taraxacum officinale*) (Quebec, 1996).

Ses **feuilles** sont oblongues, simples, non pétiolées, mais atténuées à la base, elles ont un limbe mince d'un vert plus ou moins foncé, dont la taille varie de 2 à 30 cm, forment une rosette à la base de la plante. Elles sont dentelées, d'où l'un de leur nom vernaculaire "dents de lion", profondément divisées en lobes triangulaires crochus. Leur face supérieure et inférieure est glabre ou glabrescente (Sell *et al.*, 2002).

Les **fleurs** du pissenlit sont ligulées, de couleur jaune constituées en capitules solitaires portées par une hampe fistuleuse, autrement dit une inflorescence de fleurs serrées les unes contre les autres. Un capitule de pissenlit peut compter jusqu'à 200 fleurs. Le réceptacle est nu, sans écaille ni fibrille. L'involucre (partie qui entoure la base des fleurs) est allongé, formé de bractées disposées sur deux rangs. Ces bractées sont glabres, allongées avec une extrémité pointue. La hauteur de l'unique tige varie de 1 à 50 cm, en fonction de l'espèce, de l'exposition, du sol et des plantes environnantes. Nue et creuse, et elle porte l'inflorescence. Les akènes (les fruits) sont allongés, à section ronde, avec une surface côtelée et un sommet prolongé en bec. Ils portent plusieurs rangées de soies lisses, ils s'envolent au moindre vent (Yves *et al.*, 2002 ; Cazin, 2010).

### III.5. Valeur nutritive

Les feuilles de pissenlit crues sont riches en vitamine A, vitamine C et de la vitamine B, elles renferment du calcium, des sels minéraux, du fer et du potassium, d'ailleurs l'analyse a constaté que 100 g de feuille contenait 297 mg de potassium (**Hook et al., 1993**), des flavonoïdes, de la riboflavine, de la thiamine, du magnésium, de l'acide folique et du cuivre. Les fleurs sont comestibles et contiennent des caroténoïdes. La racine du pissenlit renferme du fructose (20%), de l'inuline (polymère du fructose), des lactones ses-qui-terpéniques, des triterpènes (taraxastérol), des stérols et du latex (**Québec, 2008**). La composition du pissenlit est représentée dans le tableau ci-dessous :

**Tableau V : valeur nutritive du *Taraxacum officinale* (Québec, 2008).**

<b>Les composés</b>	<b>Feuilles crues</b>
<b>Eau</b>	85.6 %
<b>Protéines</b>	1.6 g
<b>Matières grasse</b>	0.4 g
<b>Glucides</b>	5.3 g
<b>Fibres</b>	2g
<b>Calories</b>	26
	<b>/ 60 g (250 ml)</b>

### III.7. Propriétés du pissenlit

Dès le septième siècle, le pissenlit a été enregistré comme une phytothérapie chinoise (**Susan et al., 2007**).

Les feuilles du pissenlit ont des vertus apéritives, diurétiques et laxatives, favorisant l'élimination de l'eau et de l'acide urique et merveilleux intoxicant, stimulant la fonction hépatique par les stérols et les lactones amères et cholagogues, il a été utilisé comme remède contre les maladies des femmes (cancer du sein et de l'utérus) (**Tétou, 2005**).

La médecine traditionnelle chinoise utilise le pissenlit (*Taraxacum Officinale*) pour améliorer la réponse immunitaire au niveau supérieur des infections respiratoires et bronchite ou pneumonie (**Sschütz et al., 2006**).

D'autres avantages pour la promotion de la santé, y compris anti-inflammatoire, anti-cancérogène, excellent antioxydant, il a des effets protecteurs contre les maladies cardiovasculaires (**Shidoji, 2004 ; Koh, 2010**).

Excellent dépuratif naturel et des troubles du foie, stimule la vésicule biliaire et agit sur le foie. On le recommande dans le traitement de l'insuffisance hépatique, des crises hépatiques douloureuses et des ictères (**Koo, 2004**).

Le pissenlit possède une action souveraine sur les digestions difficiles et les problèmes de constipation. Il lutte également contre l'obésité (**Couplan, 2015**).

Il renforce le système immunitaire, aide notre organisme à lutter contre les bactéries et les toxines. Anti-inflammatoire (**Kashiwada et al., 2001**), il facilite l'élimination des toxines d'origine infectieuse, alimentaire et environnementale. Il permet également de traiter l'hypertension artérielle (**Daniel, 1998**). On lui reconnaît également des vertus contre les rhumatismes, l'arthrite et l'arthrose (**Helene Petit, 2005**).

Le pissenlit est en outre, recommandé dans les traitements contre l'eczéma, le psoriasis et d'autres manifestations cutanées. La décoction de racines de pissenlit nettoie les impuretés de la peau et permet au visage de retrouver son éclat (**Melinda, 2007**).

La racine et les feuilles ont une propriété hypoglycémiant, les racines et les feuilles ont été employées avec succès contre les états diabétiques (**Akhtar et al., 1985 ; Petlevski et al., 2001**).

## CHPITRE II : MATERIEL ET METHODES

Dans cette étude, on se propose l'élaboration d'un fromage fondu additionné de pissenlit. Notre travail expérimental a été effectué au sein du laboratoire d'Agronomie de la Faculté des Sciences de l'Université de Boumerdès et au laboratoire de Microbiologie de la Fromagerie « Faïz » de Corso (Boumerdès).

### I. Matériel

#### I.1. Matériel biologique

- ✓ Le matériel végétal objet de notre étude est la plante « *Taraxacum officinale* » au nom commun pissenlit.
- ✓ Les différentes matières premières utilisées dans la fabrication du fromage fondu sont représentés dans le tableau suivant :

**Tableau VI** : Les matières premières utilisées dans la fabrication du fromage fondu.

<b>Matière première</b>	<b>Caractéristiques</b>
<b>Cheddar</b>	<b>Bloc cubique de 20Kg</b> <b>Importé de la Nouvelle-Zélande</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <b>Poudre de lait à 26%</b></li> <li>✓ <b>Poudre de lait à 0%</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Sac de 25 Kg importé de Belgique</b></li> <li><b>Sac de 25 Kg importé d'Allemagne</b></li> </ul>
<b>Sel de fonte</b>	<b>Sac de 25 Kg importé de Thaïlande</b>
<b>Sel de cuisine</b>	<b>Sel de table</b>
<b>Acide citrique</b>	<b>Sac de 25 Kg importé de la chine</b>
<b>Caraghinane</b>	<b>Sac de 25 Kg importé de philippine</b>
<b>Eau de process</b>	<b>Eau de robinet</b>

### I.2. Matériel non biologique

Le matériel non biologique utilisé dans cette étude est composé de verrerie, d'équipements et d'appareils ainsi que d'un ensemble de réactifs et de produits chimiques (Annexe N° 1).

## II. Méthodes

### II.1. Récolte et préparation de la plante

Le pissenlit a été récolté au mois de Mars 2017 dans la wilaya de Bouira. Immédiatement après récolte, la plante est débarrassée de tous débris de sol et lavée puis séchée à l'étuve à température 37°C.

La plante séchée et broyée à l'aide d'un broyeur électrique de laboratoire (High star). La poudre ainsi obtenue (Figure 5) est tamisée avec un tamis de 1mm de diamètre et est ensuite conservée dans un flacon hermétique opaque.



**Figure 5 : la poudre de pissenlit (originale, 2017)**

#### II.1.1. Screening phytochimique

Les tests phytochimiques réalisés sur la plante (le pissenlit) ont pour but l'identification des différents métabolites secondaires qui existent. L'analyse est effectuée sur l'infusé à 20% selon la méthode de **Paris et Nothis (1978)**.

##### II.1.1.1. Identification des tanins totaux

A 5 ml d'infusé, on ajoute quelques gouttes d'une solution de  $\text{FeCl}_3$  à 5%. La réaction positive donne une coloration bleue noire.

### **II.1.1.2. Identification des tanins catéchiqques**

15 ml d'infusé sont additionnés à 7 ml de réactif de Sitiansy. La réaction positive donne une coloration rouge.

### **II.1.1.3. Identification des tanins galliques**

A 5ml de l'infusé, ajouter 2g d'acétate de sodium et quelques gouttes de  $\text{FeCl}_3$  à 5%. La présence de ces derniers se manifeste par une coloration bleue foncé.

### **II.1.1.4. Identification des flavonoïdes**

A 5ml de l'infusé, additionner 5ml d'HCl, un copeau de Mg et 1 ml d'Alcool isoamylique. La réaction donne une coloration rouge orangé en leur présence.

### **II.1.1.5. Identification des anthocyanes**

Ajouter quelques gouttes d'HCl à 5 ml d'infusé. La réaction donne une coloration rouge en présence d'anthocyanes.

### **II.1.1.6. Identification des leuco-anthocyanes**

Ajouter 2g de poudre végétale dans 20ml d'un mélange de propanol /acide chlorhydrique. Le mélange est porté au bain marie bouillant pendant quelques minutes. La réaction positive donne une coloration rouge.

### **II.1.1.7. Identification des Senosides**

On ajoute 2,5g de poudre végétale dans 50 ml d'eau distillée, puis 2ml d'acide chlorhydrique concentré. Le mélange est chauffé dans un bain marie pendant 15 minutes. Après refroidissement, ajouter 40 ml d'éther de pétrole. La couche étherée est séparée et séchée avec le sulfate de sodium anhydre. Au filtrat refroidi, ajouter 5ml d'ammoniac diluée (1/2), il se développe une coloration orangée en cas d'une réaction positive.

### **II.1.1.8. Identification de l'amidon**

A 2g de poudre végétale, ajouter quelques gouttes d'iode ( $\text{I}_2$ ). On observe l'apparition d'une coloration bleue violette lorsque la réaction est positive.

### **II.1.1.9. Identification des saponosides**

A 2 ml de l'infusé, ajouter quelques gouttes d'acétate de plomb, un précipité blanc se forme en leur présence.

### **II.1.1.10. Identification des glucosides**

A 2 g de poudre végétale, ajouter quelques gouttes de l'acide sulfurique. La formation d'une coloration rouge brique ensuite violette indique leur présence.

### **II.1.1.11. Identification des mucilages**

Introduire 1 ml de l'infusé dans un bécher puis ajouter 5ml d'alcool absolu et laisser agir pendant 10min. La réaction positive se traduit par l'apparition d'un précipité floconneux.

### **II.1.1.12. Identification des irridoides**

Pour la recherche des irridoides, on ajoute quelques gouttes d'acide chlorhydrique à 2 ml d'infusé, et on chauffe le mélange sur une plaque chauffante. Une coloration bleue est obtenue en leur présence.

### **II.1.1.13. Identification des coumarines**

Ce test consiste à faire bouillir à reflux 2g de poudre végétale dans 20 ml d'éthanol pendant 15 minutes et à filtrer le mélange. A 5 ml du filtrat, on additionne 10 gouttes d'hydroxyde de potassium (10%) et quelques gouttes d'acide chlorhydrique (10%). La formation d'un trouble indique leur présence.

### **II.1.1.14. Identification des alcaloïdes**

0,3g de poudre végétale sont mélangés avec 3ml de HCL dilué (5%) et laissé sous agitation pendant 30 minutes puis filtrer. A 1ml du filtrat, additionner quelques gouttes du réactif de Mayer. La formation d'un précipité ou d'un trouble blanc témoigne de leur présence.

### **II.1.2. Extraction de polyphénols**

L'extraction des polyphénols est effectuée selon la méthode **Djacobou et al., (2014)** modifiée. 50g de poudre végétale sont introduits dans 500 ml de méthanol et sont laissés macérer pendant 72 heures à température ambiante. La solution obtenue est filtrée à travers le papier

filtre, le filtrat obtenu est concentré à l'aide d'un rotavapeur et évaporé dans un bain d'eau à 45°C. L'extrait brut est stocké à l'abri de la lumière jusqu'au dosage.

### II.1.3. Dosage des polyphénols

Le dosage des polyphénols a été réalisé selon la méthode de **Vermeris et Nicholson (2006)**. 0,1ml de l'échantillon est mélangé avec 2 ml d'une solution de carbonate de sodium à 2%. Après agitation, on ajoute le réactif de Folin ciocalteau après 30 min d'incubation à température ambiante. La lecture des densités optiques est faite à 700 nm. Une courbe d'étalonnage est réalisée en parallèle dans les mêmes conditions avec l'acide gallique comme contrôle positif à des concentrations de 0,125 à 2mg /ml.

### II.1.4. L'activité antioxydante

L'activité de piégeage des radicaux libres par les polyphénols extraits est mesurée selon le protocole décrit par **Benhamou et al., (1999)** et **Kim et al., (2003)**. Le DPPH, radical libre de couleur violette est réduit en un composé de couleur jaune en présence de composés anti-radicalaires. L'intensité de la coloration, mesurée au spectrophotomètre, est inversement proportionnelle à l'activité anti-radicalaire des composés phénoliques dont on souhaite déterminer l'activité.

- **Mode opératoire**

Une solution de DPPH à une concentration de 0,04mg/ml est préparée. En parallèle, une solution de l'extrait végétal est préparée à une concentration de 1mg/ml. A partir de cette solution mère, cinq dilutions sont préparées à des concentrations de 0,5 mg/ml ; 1 mg/ml ; 2mg/ml ; 4 mg/ml et 8mg/ml. A 100µL de chaque dilution est ajoutée 2ml de la solution de DPPH. On prépare aussi un tube témoin comportant 100µL de méthanol et 2mL de DPPH. Trois répétitions sont effectuées pour l'ensemble des préparations. Les tubes sont ensuite incubés à température ambiante et à l'abri de la lumière pendant 30mn. Enfin, un tube standard est préparé avec la vitamine C (0,15 mg/ml). L'absorbance est lue chaque 30 secondes durant 5 min. à 515 nm.

### **II.2. Analyses physico-chimiques des matières premières utilisées dans la fabrication du fromage fondu**

#### **II.2.1. Cheddar, produit fini**

##### **II.2.1.1. Détermination du pH (AFNOR, 1986)**

- **Le principe**

Cette méthode décrit la mesure du pH et la détermination de différence de potentiel existant entre deux électrodes immergées dans l'échantillon analysé à l'aide d'un pH mètre.

- **Mode opératoire**

La mesure du pH se fait directement en introduisant l'électrode de pH-mètre (HANNA IH 8424 pH mètre) et la sonde de température dans l'échantillon à analyser.

- **La lecture**

La valeur du pH est lue directement sur le pH-mètre électronique (HANNA).

##### **II.2.1.2. Détermination de l'extrait sec total « EST » (AFNOR, 1986)**

- **Principe**

Le principe de cette méthode repose sur la dessiccation par l'évaporation de l'eau à 85°C d'une quantité déterminée de l'échantillon à analyser. La matière sèche est exprimée en pourcentage de masse.

- **Mode opératoire**

A l'aide de dessiccateur, mettre une quantité comprise entre 1,2 - 2,5 g de cheddar sur du papier aluminium préalablement pesé puis placée dans le détecteur d'humidité pendant le temps d'évaporation.

- **Lecture**

La détermination de la matière sèche s'arrête automatiquement lorsqu'aucune perte de poids n'est détectée par l'appareil et lire directement sur l'affichage le poids en pourcentage massique correspondant à la matière de l'échantillon analysé.

### II.2.1.3. détermination de la matière grasse (MG) (AFNOR, 1986)

- **principe**

Pour déterminer la teneur en matières grasses, on procède tout d'abord à la dissolution des protéines du fromage par un mélange d'alcool iso-amylque et d'acide sulfurique, ensuite à une séparation de la matière grasse par centrifugation dans un butyromètre à fromage et à la fin, on effectue la lecture sur l'échelle du butyromètre.

- **Mode opératoire**

Après préparation de l'échantillon, on pèse 3 g dans un godet adapté à un bouchon approprié et l'introduire dans la chambre du butyromètre puis on ferme le col par un bouchon. On ajoute l'acide sulfurique par l'ouverture de la tige jusqu'à l'immersion du fromage. Après avoir bouché l'ouverture, on place le butyromètre (le col en bas) dans un bain d'eau de température comprise entre 85°C et 90°C pendant 5 min. On agite énergiquement pendant 10 secondes. On répète l'opération de chauffage et agitation jusqu'à dissolution de tous les composants du fromage sauf la matière grasse. On retire le butyromètre du bain-marie et on agite puis on ajoute 1ml de l'alcool iso-amylque et on complète par l'acide sulfurique (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) jusqu'à un volume de 35 ml de la graduation et on centrifuge pendant 5 min.

- **La lecture**

La lecture se fait directement sur l'échelle du butyromètre et la teneur en matière grasses est exprimée en pourcentage de masse du produit fini « g » pour 100g de fromage.

### II.2.1.4. Détermination de la teneur en matière grasse dans la matière sèche (MG/MS) (AFNOR, 1986).

- **Principe**

La teneur en matière grasse dans la matière sèche correspond au pourcentage en masse de la matière grasse contenue dans la matière sèche du fromage. La teneur en (MG/MS) est obtenue par l'équation suivante :

$$\text{MG/MS} = \text{MG} (\%) / \text{MS} (\%) \times 100$$

Avec :

**MG** : matière grasse

**MS** : matière sèche

### **II.2.1.5. Détermination de teneur en eau (humidité) (AFNOR, 1986)**

L'humidité (H) du fromage est calculée comme suit :

$$H = 100 - EST$$

Avec :

**EST** : extrait sec total

**H** : Humidité

### **II.2.2. Poudre de lait à 26% et 0%**

#### **II.2.2.1. Détermination du pH (AFNOR, 1986)**

On introduit dans un bécher 10g des poudres de lait (0% et 26%) avec 100ml d'eau distillée qu'on mélange sous un agitateur magnétique. Le mélange obtenu doit être laissé au repos pendant une heure, puis on immerge les électrodes reliées au pH-mètre. La lecture se fait directement sur l'écran du pH-mètre.

#### **II.2.2.2. Détermination de la matière grasse (AFNOR, 1986)**

Seule la poudre de lait à 26% a fait l'objet de cette analyse. Pour cela, on introduit dans un bécher 10g de poudre de lait avec 100ml l'eau, le mélange est laissé au repos une heure puis on l'introduit dans un butyromètre à lait. On ajoute dans le butyromètre, 10ml d'acide sulfurique et 1ml d'alcool iso amylique puis à l'aide d'une pipette, on ajoute 11ml de lait et on le met dans la centrifugeuse. La lecture se fait directement sur le butyromètre.

- Comme pour le cheddar, l'extrait sec, l'humidité des poudres de lait sont déterminés en suivant le même protocole expérimental.

#### **II.2.3. Sel de fonte (AFNOR, 1986)**

Seul le pH a été déterminé. Pour cela, on introduit 1g de sel de fonte dans 100ml d'eau et on agite jusqu'à sa dissolution puis on plonge les électrodes du pH mètre dans la solution. La lecture se fait directement sur l'écran du pH-mètre.

### II.2.4. Eau de process

#### II.2.4.1. Détermination du pH (AFNOR, 1986)

Elle se fait par l'immersion de l'électrode du pH- mètre dans un bécher contenant de l'eau, la valeur du pH s'affiche directement sur l'écran.

#### II.2.4.2. Détermination des titre alcalimétriques TA et TAC (AFNOR 1986)

##### ✓ Titre alcalimétrique

###### • Principe

Il est déterminé par la neutralisation d'un certain volume d'eau par l'acide sulfurique en présence de phénolphthaléine à 1%.

###### • Mode opératoire

On introduit dans un bécher 100ml d'eau robinet et deux gouttes de phénolphthaléine à 1%.

###### • Lecture

-le pH de solution < 8,3 : le TA est nul (la solution ne change pas de couleur)

-le pH de solution >8,3 (la solution est colorée en rose) ; dans ce cas le TA est déterminé par l'addition d'acide sulfurique 0,1 N dans la solution jusqu'à sa décoloration. Le TA est exprimé par la relation suivante :

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

Avec :

**TA** : titre alcalimétrique complet

**°F** : degré français

**V<sub>1</sub>** : le volume de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> additionné pour le titrage.

##### ✓ Titre alcalimétrique complet

- **Principe**

Basé sur la neutralisation de l'eau par l'addition d'acide sulfurique en présence de l'indicateur coloré méthyle-orangé.

- **Mode opératoire**

Introduire dans un bécher 100 ml d'eau à analyser, puis ajouter 3 gouttes de méthyle-orange et après de l'acide sulfurique 0,1N jusqu'au changement de couleur au jaune orangé.

Le TAC est exprimé par la formule suivante :

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

Avec  $V_2$  : le volume de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  additionné pour le titrage.

### II.2.4.3. Détermination du titre hydrométrique (AFNOR, 1986)

- **Principe**

La dureté de l'eau détermine la concentration en sels de calcium et magnésium exprimée par mg/l. Le titre hydrométrique est donné par la formule suivante :

$$\text{TH (mg)} = (\text{Ca}^{+2}) + (\text{Mg}^{+2})$$

- **Mode opératoire**

On met dans un bécher 50ml de l'eau de robinet, puis on ajoute 2ml de solution tampon et 2 à 4 gouttes du noir eriochrome trituré, le mélange se colore en violet foncé. A la fin, on titre la solution avec une solution d'EDTA à 0,01mol/l jusqu'au virage au bleu foncé. Le titre hydrométrique est déterminé selon la formule suivante :

$$\text{TH (mg/ml)} = 4n/10$$

n : volume de la solution d'EDTA à 0,01 mol/l utilisée pour le titrage.

### II.2.4.4. Dosage des ions chlore (chlorure)

La concentration en ions chlore de l'eau de process est dosée en milieu neutre par une solution de nitrate d'argent, en présence de bichromate de potassium à 5%. La fin de la réaction est indiquée par l'apparition d'une teinte rouge brique.

- **Mode opératoire**

Introduire un volume d'eau de process dans un bécher et ajouter 2,5 de bicarbonate de potassium. La solution colorée en jaune est titrée par une solution de nitrate d'argent à 0,1 N jusqu'au virage rouge brique.

$$Cl^- = M(n-b)$$

**Cl<sup>-</sup>**: chlore

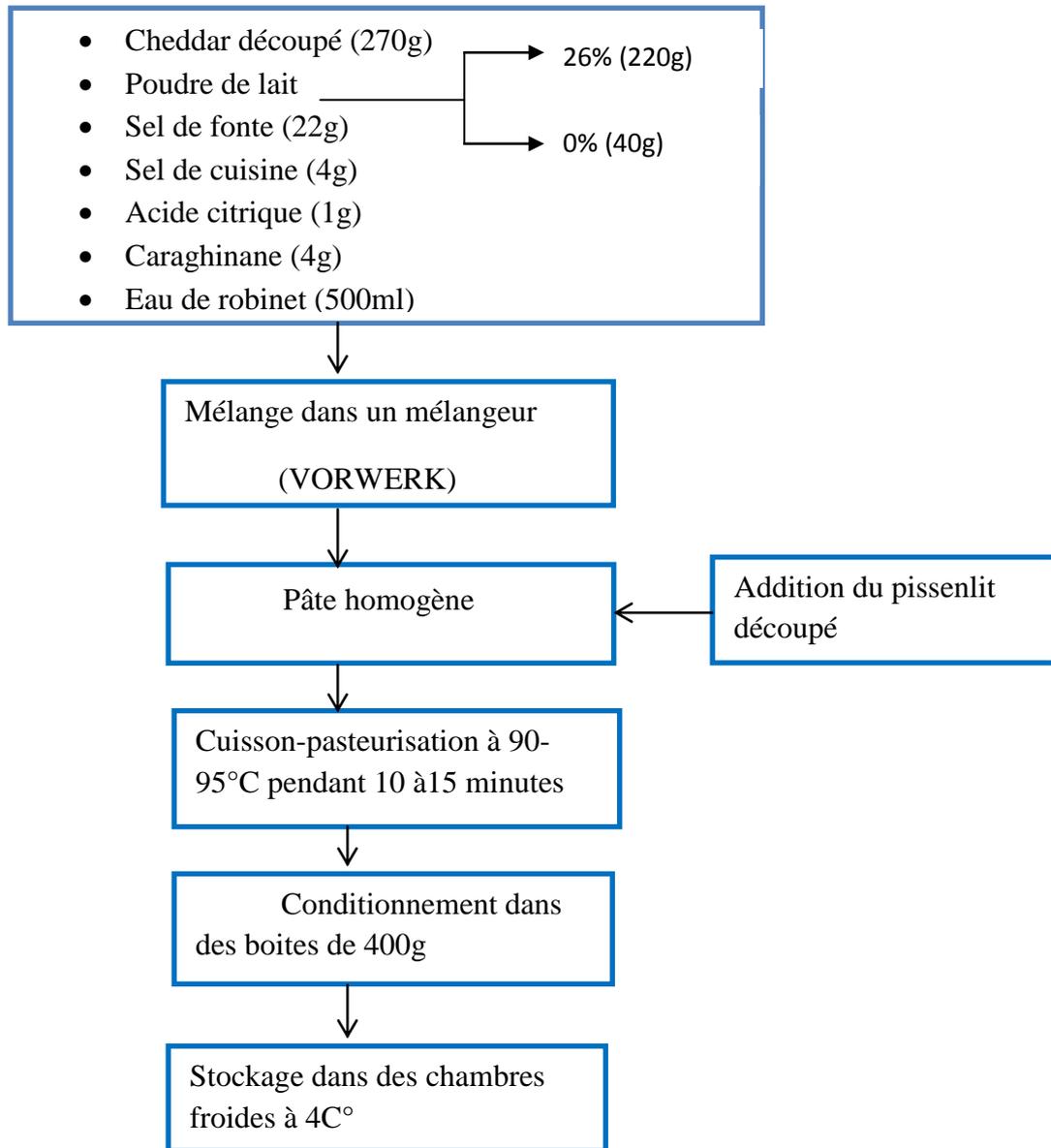
**M** : la masse molaire du chlore

**n** : le volume d'AgNO<sub>3</sub> utilisé pour le titrage ; **b** : le volume d'AgNO<sub>3</sub> utilisé pour le virage vers la teinte rouge brique.

### II.3. Fromages fondus additionnés de pissenlit

Trois recettes de fromage fondu additionné de pissenlit ont été réalisées dans cette étude. La première à 15g (FP15), la deuxième à 20 g (FP20) et une troisième à 30g (FP30). Un fromage fondu sans herbe (FF0) a été également formulé comme témoin.

La Figure 6 résume le protocole de préparation suivi pour la formulation du fromage fondu au pissenlit ainsi que les différentes analyses effectuées sur le produit fini.



**Figure 6 : Etapes de fabrication du fromage fondu additionné de pissenlit.**

Les mêmes analyses physico-chimiques que celles effectuées sur le cheddar ont été réalisées sur les différents fromages fabriqués.

#### **II.4. Analyse sensorielle**

Il s'agit d'un simple examen qui porte sur la couleur, l'odeur, le goût, et la texture des différents fromages fondus préparés.

Les dégustateurs sont au nombre de 16 (étudiants volontaires de l'UMBB) auxquels les quatre types de fromages fondus préparés (FF0, FP15, FP20, FP30) sont présentés dans des boîtes masquées et numérotées de 1 à 4. Ces derniers rendent compte du résultat de dégustation en répondant à une fiche (Annexe 4) portant différents caractères organoleptiques (texture, couleur, goût, et odeur).

Le résultat d'appréciation du produit se fait selon une échelle allant de 0 – 4 portant sur les intensités suivantes : 0 : mauvais ; 1 : passable ; 2 : moyen ; 3 : bon ; 4 : agréable.

-Seuls les échantillons de fromage fondu simple et fromage fondu additionné au pissenlit apprécié par le consommateur ont fait l'objet d'une analyse microbiologique.

### II.5. Les analyses microbiologiques

Des analyses microbiologiques ont été effectuées sur les matières premières (Cheddar, poudre de lait à 0% et 26%, sel de fonte, eau de process), le FF0 et FP15 pour la recherche et dénombrement de certains germes de contamination comme indiqué dans le tableau suivant :

**Tableau VII** : différentes analyses microbiologiques effectuées (Guiraud, 1998 ; Joffin *et al.*, 2003).

<b>Germe recherché</b>	<b>Milieu de culture</b>	<b>Temps et (T°) d'incubation</b>	<b>La lecture</b>
<b>Coliforme totaux</b>	<b>V.R.B.L</b> <b>BCPL</b> (pour milieu liquide)	30°C pendant 24 heures.	Colonies de couleur rouge cerise.
<b>Coliforme fécaux</b> <b>(E. coli)</b>	<b>V.R.B.L</b> <b>BCPL</b> (pour milieu liquide)	44°C pendant 24 heures.	colonies de couleur jaunâtre.

<i>Staphylococcus aureus</i>	<b>Baird Parker</b>	37°C pendant 48 heures.	Couleur noire, voutées avec une bordure blanche mince entourée d'un halo clair.
<b>Salmonelles</b>	<b>Baird Parker</b>	37°C pendant 24h.	Colonies de 2 à 4 mm de diamètre et de couleur bleu verdâtre avec un centre noire.
<b>Levures</b>	<b>Sabouraud</b>	20-25°C pendant 3 à 5 jours.	Colonies rondes, opaques et brillantes.
<b>Moisissures</b>	<b>Sabouraud</b>	20-25°C pendant 3 à 5 jours.	Colonies avec un aspect velouté plus grand que les levures.
<i>Clostridium sulfito-réducteurs (CRS)</i>	<b>Viande de foie</b>	46°C pendant 24h à 48h.	Colonies entourées d'un halo noir

**CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION**

**III.1. Screening phytochimique du pissenlit**

Les résultats du screening phytochimique réalisé sur les feuilles du pissenlit (*Taraxacum officinale*) sont représentés dans le tableau suivant :

**Tableau VIII : résultats du screening phytochimique sur le pissenlit (*Taraxacum officinale*).**

<b>Composés chimiques</b>	<b>Résultat du test</b>
<b>Tanins totaux</b>	+++
<b>Tanins catéchiques</b>	+
<b>Tanins galliques</b>	+++
<b>Flavonoïdes</b>	+++
<b>Leuco-anthocyanes</b>	+
<b>Anthocyanes</b>	+
<b>Saponosides</b>	+++
<b>Irridoïdes</b>	-

<b>Amidon</b>	-
<b>Alcaloïdes</b>	-
<b>Glucosides</b>	+
<b>Coumarines</b>	+
<b>Mucilages</b>	-
<b>Senosides</b>	-

+++ : Forte teneur; ++ : teneur moyenne; + : Faible teneur; -: Absence.

L'examen phytochimique réalisé sur les feuilles du pissenlit (*Taraxacum officinale*) a révélé la présence des tanins totaux, tanins galliques, saponosides et flavonoïdes en quantités importantes. A l'inverse, de faibles teneurs d'anthocyanes, de glucosides, de tanins catéchiques et de leuco-anthocyanes ont été observées. On note une absence totale d'irridoïdes, d'amidon, d'alcaloïdes, de coumarines et sénosides.

Nos résultats sont confortés par ceux de **Alilou et al., (2014)** qui ont travaillé sur l'espèce *Asterscus graveolens* subsp. *odorus* appartenant à la même famille que celle de la plante *Taraxacum officinale* (Asteracées). Par ailleurs, le screening phytochimique a révélé la richesse de la plante étudiée en flavonoïdes, composés connus principalement pour leur rôle « Veinoactif » c'est-à-dire diminution de la perméabilité des capillaires sanguins et le renforcement de leur résistance (**Wichtle et Anton, 2003**). Les flavonoïdes sont également considérés comme des micronutriments et possèdent des activités antioxydantes (**Inuma, 1994**), des propriétés biologiques tels que : anti diarrhéique et anti cancérogène (**Di Carlo et al., 1999**), anti-inflammatoires et jouent un rôle positif dans le traitement des maladies cardiovasculaires (**Bruneton, 1999**).

Notre étude a démontré la présence importante des tanins totaux (surtout galliques) dans la plante étudiée lui valant d'être un bon remède dans le traitement des maladies respiratoires et contre la toux. Par voie interne, les tanins exercent une activité anti-diarrhéique et possèdent une forte activité antioxydante, ce sont des très bons piègeurs des radicaux libres (**Bediaga, 2011**).

A côté des flavonoïdes et tanins totaux, les saponosides constituent une autre classe de métabolites secondaires largement présente dans notre plante. Ces derniers exercent des activités biologiques très variées telles que: l'activité expectorante, anti-inflammatoire, anti-tumorale, antidiabétique, analgésique ainsi que des effets hépato-protecteurs, neuro-protecteurs, antituberculeux, antivirale, antifongique (**Bruneton, 1999**).

Par ailleurs, bien qu'en faible teneur, les feuilles du pissenlit renferment en plus des glycosides, des anthocyanes, leuco-anthocyanes et des coumarines. D'après la bibliographie, les coumarines ont une action puissante sur le cœur ; ils aident à maintenir le rythme cardiaque en cas d'affaiblissement et ils sont également diurétiques.

Les coumarines présentent des activités cytotoxiques, antivirales, immunostimulantes, tranquillisantes, elles sont aussi bénéfiques en cas des affections cutanées (**Gonzalez-Gallego et al., 2007**). Ils possèdent aussi des propriétés microbicides employées pour traiter certains cancers (**Omulokoli et al., 1997**). De plus, ils ont une action physiologique remarquable sur le système nerveux central ou sur le système nerveux autonome sympathique et parasymphatique. Enfin, les anthocyanes sont de puissants antioxydants, ils nettoient l'organisme des radicaux libres et maintiennent une bonne circulation du sang (**Bruneton, 1999**).

### III.2. Dosage des polyphénols

La teneur en polyphénols déterminée dans les feuilles du pissenlit est de  $38,06 \pm 1,85$  mgEAG/MS. Le pourcentage d'inhibition est estimé à  $68,56 \pm 0,15\%$ . Sachant qu'il n'existe pas de travaux concernant la teneur en polyphénols ainsi que l'activité antioxydante du pissenlit, une étude comparative sera faite par rapport à des espèces de la même famille que cette plante. Ainsi, **Djeridane et al., (2006)** ont rapporté pour les feuilles d'*Artemisia campestris* des teneurs en polyphénols d'un extrait éthanolique 70% (v:v) de  $20,38$  mgEAG/MS, une concentration inférieure à notre valeur. Des valeurs supérieures à la notre

ont par contre été observées par **Djeridane *et al.*, (2007)** et **Akrouit *et al.*, (2011)** avec des valeurs respectives de 103,4 mgEAG/MS pour un extrait éthanolique à 80% (v :v) et 450mgEAG/PS pour un extrait éthanolique à 50% (v :v). Dans le même sens, une étude plus récente a noté des valeurs en polyphénols élevées variant dans un intervalle allant de 291,02±33,42 à 388±40,56 mgEAG/MS à la nôtre pour différents extraits de polyphénols obtenus par entraînement à la vapeur, hydrodistillation ou hydrodiffusion. Ces divergences dans les résultats peuvent s'expliquer la méthode d'extraction, le type de solvant utilisé, la différence dans l'organe (feuille, tige, racine) (**Garcia-Salas *et al.*, 2010 ; Mahmoudi *et al.*, 2013**).

### III.3. Activité antioxydante

La méthode d'évaluation de l'activité anti-oxydante dans notre étude permet de déterminer la valeur de la concentration à 50% d'inhibition (IC<sub>50</sub>), définie comme étant la concentration en polyphénols nécessaire pour diminuer l'absorbance de la solution de DPPH à la moitié de sa valeur initiale. Dans notre cas, cette valeur estimée à 2,81 mg/ml révèle un faible pouvoir antioxydant comparé à celui d'une plante de la famille des asteracées (*Inula viscosa*) d'origine algérienne avec une valeur IC<sub>50</sub> de 0,090±0,0018 mg / ml pour un extrait en polyphénols aqueux (**Deghdak et Zaiter, 2014**). De même, une étude effectuée par **Bakchiche et Gherib (2014)** sur l'évaluation des activités antioxydantes des polyphénols extraits de plantes médicinales de la pharmacopée traditionnelle d'Algérie a rapporté pour des extraits de feuilles des valeurs IC<sub>50</sub> exprimées en (mg/ml) de 0,039 ± 0,018 pour *Artemisia campestris* et 0,191 ± 0,01 pour *Artemis arvensis*, valeurs inférieures à la nôtre. Il est bien établi que plus cette concentration est faible plus l'effet antioxydant est très élevé (**Tsimogiannis et Oreopoulou, 2004**).

### III.4. Analyses physico-chimiques de la matière première

#### III.4.1. Fromage de fonte « cheddar »

Les résultats des analyses physico-chimiques du fromage de fonte (cheddar) sont représentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau IX : résultats des analyses physico-chimiques du fromage de fonte « cheddar »

<b>Echantillon</b> <b>Paramètres</b>	<b>CHEDDAR</b>	<b>Selon la norme AFNOR (1986)</b>
<b>pH</b>	<b>5,32 ± 0,06</b>	<b>5,1- 5,5</b>
<b>EST (%)</b>	<b>63,99 ± 1,54</b>	<b>61%- 69%</b>
<b>MG (%)</b>	<b>36,33 ± 0,57</b>	<b>30% - 38%</b>
<b>MG/MS (%)</b>	<b>56,78 ± 0,86</b>	<b>50% min</b>
<b>Humidité (%)</b>	<b>37,01 ± 1,54</b>	<b>39% max</b>

D'après les résultats obtenus, on n'observe que le pH du cheddar est de  $5,32 \pm 0,06$ , valeur conforme à la norme AFNOR (1986). De même, les valeurs d'analyses de l'extrait sec total et de la matière grasse du cheddar rentrent dans les limites d'acceptabilité exigées pour le contrôle d'analyse physico-chimique du cheddar soit  $63,99 \pm 1,54\%$  et  $36,33 \pm 0,57$  respectivement. Le rapport MG/MS du fromage de fonte analysé est aussi conforme à la norme AFNOR (1986).

#### III.4.2. La poudre de lait

Les résultats des analyses physico-chimiques des deux types de poudre de lait à 26% et 0% sont résumés dans le tableau X.

**Tableau X : résultats des analyses physico-chimiques de la poudre de lait à 26% et 0%**

échantillons paramètres	Poudre de lait (26%)	Poudre de lait (0%)	Norme AFNOR (1986)
<b>pH</b>	<b>6,66 ± 0,15</b>	<b>6,73±0,23</b>	<b>6,5 – 6,75</b>
<b>EST</b>	<b>96,52 ± 0,19</b>	<b>97 ± 0,10</b>	<b>&lt; 96 %</b>
<b>MG</b>	<b>25,9± 0,17</b>	<b>-</b>	<b>26- 30%</b>
<b>Humidité</b>	<b>3,59 ± 0,29</b>	<b>4 ± 0</b>	<b>≤ 4</b>

Les résultats du pH obtenu pour les deux types de poudre de lait (26%) et (0%) de  $6,66 \pm 0,15$  et  $6,73 \pm 0,23$  respectivement sont conformes aux normes AFNOR (1986).

Les valeurs de l'extrait sec total (et de la teneur en matière grasse qui sont respectivement de  $96,52 \pm 0,19\%$  et  $25,9 \pm 0,17\%$  pour la poudre de lait à 26% et de  $97 \pm 0,10$  pour celle à 0% sont aussi conformes à la norme fixée par AFNOR (1986). De même, les taux d'humidité de  $3,59 \pm 0,29\%$  et  $4 \pm 0\%$  répondent au seuil limite toléré pour la fabrication du fromage fondu pasteurisé.

A noter que la réglementation algérienne exige que la teneur en eau doit être au maximum de 4% dans la poudre de lait. **Cheftel et al., (1984)** suggèrent que la croissance des microorganismes est sous la dépendance de l'activité de l'eau, et ils ajoutent que la croissance de certains microorganismes ne peut se faire qu'à l'occasion d'une reprise d'humidité. La valeur obtenue dans notre cas est inférieure à 4% reflétant ainsi, les bonnes conditions de stockage de la poudre de lait à 26% utilisée dans notre étude.

Concernant l'acidité des deux poudres de lait utilisées dans notre étude, les valeurs sont totalement conformes à la norme AFNOR (1986). D'après **Debry (2001)**, le pH du lait est lié à sa richesse en matière sèche.

### III.4.3. Les sels de fonte

La valeur de pH du sel de fonte utilisé dans la fabrication du fromage fondu est de  $8,08 \pm 0,93$  en accord avec les normes exigées par AFNOR (1986) qui sont de 6,5 – 8,5.

Selon **Savello *et al.*, (1989)**, la présence des sels de fonte peut influencer la viscosité par leur pouvoir tampon en maintenant le pH à la bonne valeur, ce qui permet d'augmenter leur capacité de séquestration du calcium et aussi le nombre des charges négatives responsables des répulsions électrostatiques des para-caséines (**Lu *et al.*, 2008**). Par ailleurs, les différents sels de fonte permettent, par leur pouvoir tampon, d'ajuster le pH du produit à la bonne valeur (**Gupta *et al.*, 1984 ; Chambre *et al.*, 1997**).

### III .4.4. L'eau de process

Les résultats des analyses physico-chimiques de l'eau de process sont représentés dans le tableau ci-dessous :

**Tableau XI : résultats des analyses physico-chimiques de l'eau de process**

<b>Echantillons paramètres</b>	<b>L'eau de process</b>	<b>Norme AFNOR 1986</b>
<b>pH</b>	<b><math>7,12 \pm 0,04</math></b>	<b>6,5-8,5</b>
<b>TA (F°)</b>	<b>00</b>	<b>10</b>
<b>TAC (F°)</b>	<b><math>58,66 \pm 3,78</math></b>	<b>&lt; 50</b>
<b>TH (F°)</b>	<b><math>51,16 \pm 1,42</math></b>	<b>&lt; 60</b>
<b>Cl<sup>-</sup> (mg/L)</b>	<b><math>64,35 \pm 2,52</math></b>	<b>&lt; 200</b>

D'après les résultats du tableau XI, on remarque que le pH, le taux alcalimétrique (TA) et le titre hydrométrique de l'eau présentent des valeurs conformes aux normes établies par AFNOR(1986). En ce qui concerne le taux alcalimétrique total (TAC), la valeur de

58,66±3,78 enregistrée est supérieure à la norme s'expliquant par la richesse d'eau en carbonates, bicarbonates et en alcalins libres (OH<sup>-</sup>).

Dans le même sens, la quantité de chlorure (Cl<sup>-</sup>) exprimée par mg/l présente des valeurs en conformité avec la norme d'AFNOR (1986). D'après **Bricha et al., (2007)**, la source principale de chlorure dans les eaux est due à la dissolution de roches sédimentaires qui se sont disposées en milieu marin et qui n'ont pas complètement lessivées. Selon **Guiraud (1998)**, une eau est dite potable quand elle n'est pas susceptible de porter atteinte à la santé de ceux ce qui la consomme et doit répondre aux standards fixés par L'OMS.

### III.4.5. Produit fini (le Fromage élaboré)

Les résultats des analyses physicochimiques de fromage fondu simple et au pissenlit sont représentés dans le tableau XII.

**Tableau XII : Récapitulatif des caractéristiques physicochimiques du fromage fondu simple et additionné de pissenlit à (15 g, 20 g et 30 g).**

Echantillons paramètres	FF0	FP 15	FP20	FP30	Norme AFNOR 1986
pH	5,77± 0,03	5,65±0,24	5,7±0,06	5,61±0,10	5,6 – 5,85
EST%	39,78±0,48	40,8±0,53	41,67±0,65	39,96±2,34	≥ 40
MG%	15,25±0,35	15,5±0,70	15,75±0,35	15,5±0,70	22.5% min
MG/MS %	38,33±0,42	37,98±1,23	37,8±1,44	39,04±0,16	40% min
Humidité	60,22±6,84	59,2±0,53	58,23±0,65	60,19±2,55	Max 50

**Les valeurs représentent la moyenne ± l'écart-type**

**FF0** : fromage fondu simple ; **FP15**: fromage fondu au pissenlit (15g) ; **FP20** : fromage fondu au pissenlit (20g) ; **FP30** : fromage fondu au pissenlit (30g)

D'après nos analyses, les valeurs du pH et de l'extrait sec total des deux types de fromage fondu (simple et additionnée de pissenlit) sont conformes à la norme AFNOR (1986)

suggérant ainsi aucune influence de l'addition de la plante. Selon **McMahon *et al.*, (1999)**, les propriétés fonctionnelles des fromages fondus sont contrôlées par la composition chimique et le taux d'humidité.

Pour la matière grasse, on remarque que les préparations de fromages fondus inclus le fromage fondu simple présentent des valeurs bien inférieures à la norme fixée à un minimum de 22,5%. En effet, dans notre étude, les taux sont compris entre  $15,25 \pm 0,35\%$  et  $15,75 \pm 0,35\%$  pouvant ainsi affecter les caractéristiques sensorielles du fromage

La baisse de la teneur en matière grasse peut être glosée par l'effet des traitements thermiques, des sels de fonte qui ont un rôle dans l'émulsifiassions et l'homogénéisation (**Rayan *et al.*, 1980 ; Heertje *et al.*, 1981; Kimura *et al.*, 1986 ; Lelievre *et al.*, 1990 ; Tamime *et al.*, 1990**).

Les valeurs du rapport MG/MS enregistrées pour les différents échantillons de fromages fondus élaborés se situent dans l'intervalle de ( $37,8 \pm 1,44\%$  –  $39,04 \pm 0,16\%$ ), valeurs légèrement inférieures à la norme fixée par AFNOR (1986) qui est de 40% minimum. Par contre, les taux d'humidité des fromages fondus élaborés sont supérieurs à la norme qui exige un maximum de 50%. Cette diminution du rapport (MG/MS) peut être attribuée à une réduction du taux de la matière grasse pendant le processus de fabrication (**Emmons *et al.*, 1980 ; Metzger et Mistry, 1994 ; Drake *et al.*, 1995**). L'augmentation du taux d'humidité pour sa part, peut être due à l'addition d'une grande quantité d'eau au cours de la fabrication des fromages.

### III.5. Résultats du test sensoriel

Les Figures 7,8, 9 et 10 illustrent les profils d'analyse sensorielle des différents fromages élaborés (fondu simple et fondu additionné de pissenlit à 15g, fromage fondu à 20g et fromage fondu à 30g).

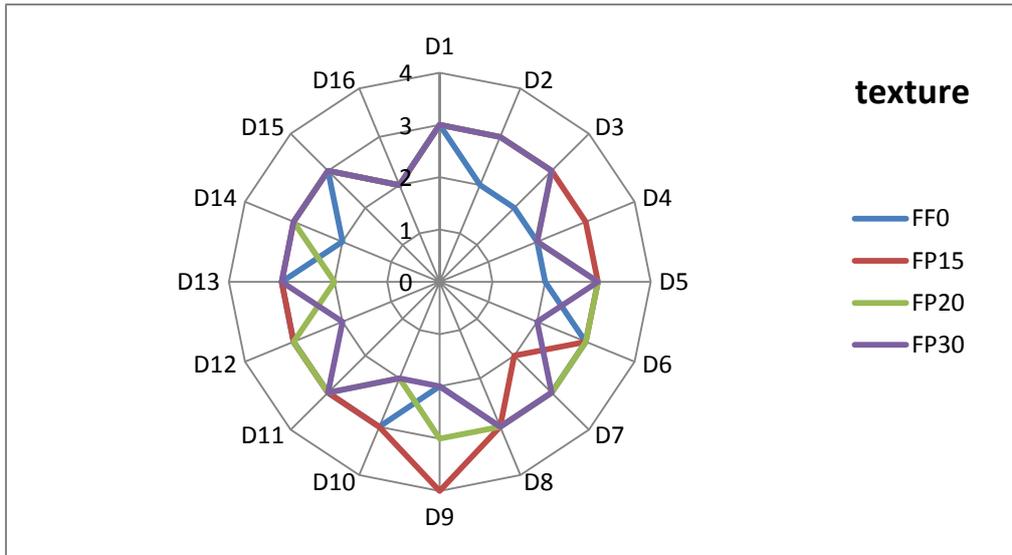


Figure 7 : courbe représentative des résultats de texture de test sensoriel

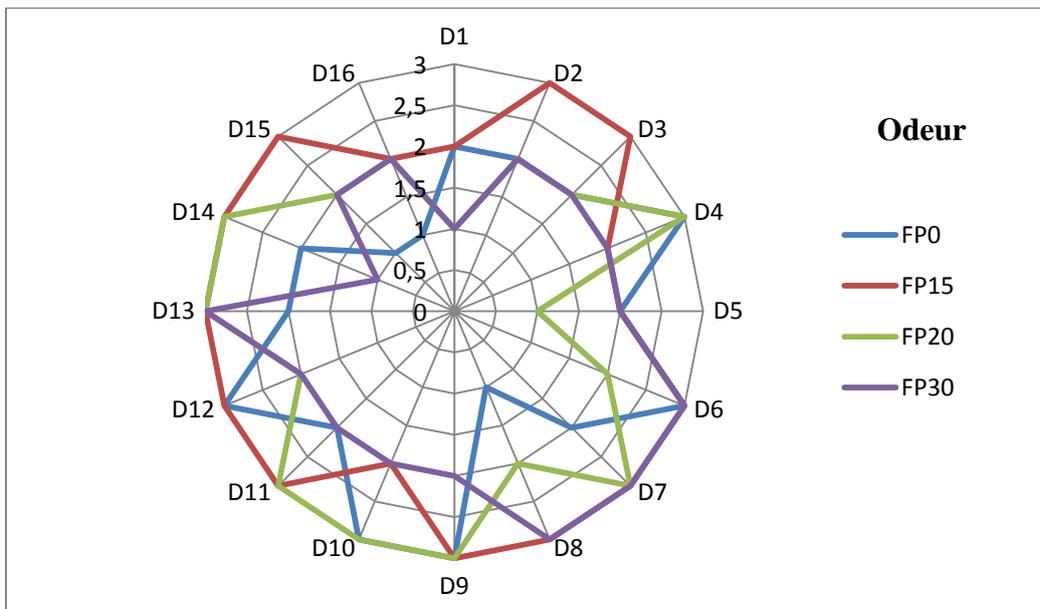


Figure 8 : courbe représentative des résultats d'odeur de test sensoriel

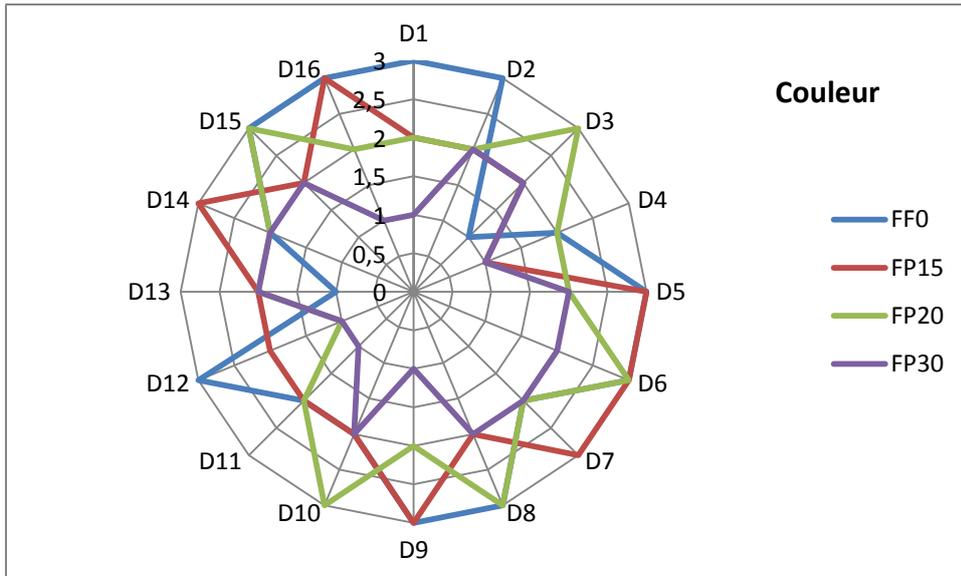


Figure 9: courbe représentative des résultats de couleur de test sensoriel.

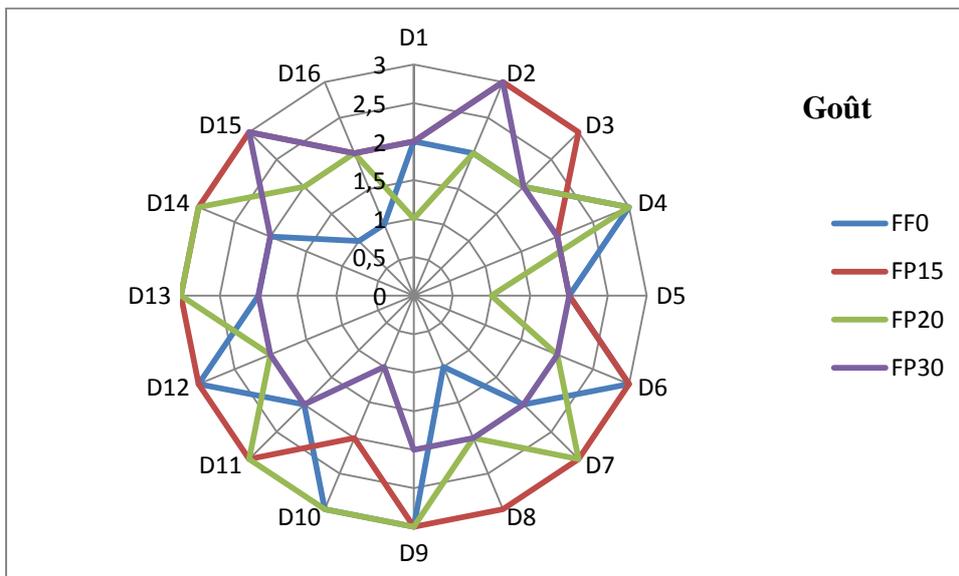


Figure 10 : courbe représentative des résultats de gout de test sensoriel.

Ce test a permis de révéler que le fromage fondu additionné de 15 g de pissenlit est le plus apprécié des autres fromages (simple et additionné de 20 ou 30 g de pissenlit). En effet, les consommateurs étaient favorables à 82,25% pour sa texture, à 62,5% pour sa couleur, à 68,75% pour son goût et à 68,75% pour son odeur.

### III.6. Résultats des analyses microbiologiques de la matière première

#### III.6.1. Le cheddar

Les résultats des analyses microbiologiques de fromage de fonte « cheddar » sont représentés dans le tableau XIII.

**Tableau XIII : résultats des analyses microbiologiques du fromage de fonte « cheddar »**

<b>Echantillons</b> <b>Germes</b> <b>recherchés</b>	<b>cheddar</b>	<b>JOA (1998)</b>
<b>Coliformes totaux /g</b>	<b>Abs</b>	<b>Abs</b>
<b>Coliformes fécaux /g</b> <b>(<i>E. coli</i>)</b>	<b>Abs</b>	<b>Abs</b>
<b><i>Staphylococcus aureus</i> /g</b>	<b>Abs</b>	<b>Abs</b>
<b>Anaérobies Sulfito- Réducteurs /g</b> <b>(C.S.R)</b>	<b>Abs</b>	<b>Abs</b>
<b>Salmonelle /25g</b>	<b>Abs</b>	<b>Abs</b>
<b>Levures /g</b>	<b>Abs</b>	<b>Abs</b>
<b>Moisissures /g</b>	<b>Abs</b>	<b>Abs</b>

Les résultats de l'analyse microbiologique montrent l'absence totale de tous les germes recherchés (les coliformes, les salmonelles, *S. aureus*, les anaérobies sulfite-réducteurs, levures et moisissures) dans l'échantillon de fromage de fonte « cheddar » conformément aux normes exigées par le journal officiel (1998).

#### III.6.2. Poudre de lait à 26% et 0%

Le tableau XIV résume les résultats des analyses microbiologiques de deux poudres de lait utilisées dans la fabrication de notre produit à 26% et 0%.

**Tableau XIV : résultats des analyses microbiologiques du lait en poudre à 26% et à 0%**

Echantillons Germes recherchés	Poudre de lait (0%)	Poudre de lait (26%)	JOA (1998)
Coliformes totaux /g	00	00	$\leq 1$
<i>E. coli</i> /g	Abs	Abs	Abs
C. S.R /10 ml	00	00	$\leq 10$
Salmonelles /25g	Abs	Abs	Abs
Levures /g	00	00	$\leq 10^2$
Moisissures /g	00	00	$\leq 10^2$

A partir des résultats obtenus, on constate une absence totale de tous les germes pathogènes y compris (*S. aureus*, salmonelles), des germes de contamination fécale (totaux et fécaux) et des *Clostridium*s sulfito- réducteurs dans les poudres de lait analysées en accord avec la norme imposée par le journal officiel (1998). Donc, la poudre de lait utilisée est de bonne qualité microbiologique et hygiénique. Cela peut être justifié par le bon traitement thermique et la nature déshydratée qui ne favorise pas la multiplication de tout type de germe pathogène. Selon **Ruckert et al., (2004)**, le processus de fabrication de la poudre de lait conduit à l'élimination des formes végétatives. Aussi, l'activité d'eau relative de la poudre de lait est très faible, ce qui suggère l'absence de bactéries. **Cheftel et al., (1984)** indiquent que la croissance des microorganismes est sous la dépendance de l'activité de l'eau.

### III.6.3. L'eau de process

Les résultats d'analyses microbiologiques de l'eau de process sont indiqués dans le tableau XV.

Tableau XV : résultats d’analyses microbiologiques de l’eau de process

<b>Echantillons</b> <b>Germes</b> <b>recherchés</b>	<b>L’eau de process</b>	<b>JOA (1989)</b>
<b>Coliformes totaux / 100 ml</b>	<b>00</b>	<b>&lt; 10</b>
<b>Coliformes fécaux /100 ml</b>	<b>Abs</b>	<b>Abs</b>
<b><i>S. aureus</i></b>	<b>Abs</b>	<b>Abs</b>
<b>C. S.R / 10 ml</b>	<b>00</b>	<b>≤ 5</b>
<b>Salmonelles /100 ml</b>	<b>Abs</b>	<b>Abs</b>
<b>Streptocoques /100 ml</b>	<b>Abs</b>	<b>Abs</b>

Selon les résultats présentés dans le tableau ci-dessous, on observe que l’eau utilisée dans la fabrication des différents fromages fondus est dépourvue de germes pathogènes (C.S.R, salmonelles, *S. aureus*) ainsi que des germes de contamination fécale (totaux, fécaux et streptocoques). Ces résultats sont conformes aux normes proposées par le Journal Officiel Algérien (1998). D’après **Coulibaly (2005)**, un traitement efficace de l’eau supprime toute pollution bactérienne, c’est-à-dire que la filtration ou la chloration, correctement pratiquée, suffisent pour obtenir de l’eau convenable. Nos résultats nous permettent ainsi de conclure que l’eau utilisée dans la fabrication est de bonne qualité microbiologique.

#### **III.6.4. Le produit fini (FF0 et FP15)**

Les résultats des analyses microbiologiques des différents fromages fondus élaborés (FF0), (FP15) sont représentés dans le tableau XVI.

**Tableau XVI : résultats des analyses microbiologiques du fromage fondu simple :**

Echantillons Germes	FF0	FP 15	JOA 1989
<b>Coliformes totaux /g</b>	<b>Abs</b>	<b>Abs</b>	<b>Abs</b>
<b>Coliformes fécaux/g</b>	<b>Abs</b>	<b>Abs</b>	<b>Abs</b>
<b><i>S. aureus</i> /g</b>	<b>00</b>	<b>00</b>	<b>≥ 100</b>
<b>Anaérobies.S.R/g</b>	<b>Abs</b>	<b>Abs</b>	<b>Abs</b>
<b>Salmonelles /25g</b>	<b>Abs</b>	<b>Abs</b>	<b>Abs</b>
<b>Levures /g</b>	<b>Abs</b>	<b>Abs</b>	<b>Abs</b>
<b>Moisissures /g</b>	<b>Abs</b>	<b>Abs</b>	<b>Abs</b>

D'après nos résultats, on note une absence totale des germes pathogènes recherchés conformément aux normes exigées par le journal officiel Algérien (1998). Les résultats des analyses microbiologiques soulignent de ce fait, que le produit final (FF0 et FP15) présente une bonne qualité microbiologique reflétant les bonnes pratiques de fabrication ainsi que l'efficacité des traitements thermiques.

## Conclusion et perspectives

Le fromage est un des produits fermentés le plus consommé dans le monde ; il a une place importante dans l'alimentation humaine de part, sa richesse en protéines, minéraux et surtout calcium. Dans le contexte d'améliorer sa valeur nutritionnelle, on s'est proposé de formuler un fromage fondu additionné de pissenlit, une plante consommée traditionnellement et possédant des propriétés biologiques très intéressantes lui valant des applications dans divers domaines, à savoir en médecine.

Le screening phytochimique du pissenlit (*Taraxacum officinale*) a démontré sa richesse en flavonoïdes, saponosides, tanins totaux et tanins galliques. Cette plante renferme par ailleurs, bien qu'en faible teneur des anthocyanes, leuco-anthocyanes, tanins catéchiques, coumarines et glucosides. En outre, la plante étudiée présente une teneur en polyphénols de l'ordre de  $38,06 \pm 1,85$  mgEAG/100g MS. Le dosage de l'activité antioxydante par DPPH a indiqué pour l'extrait polyphénolique de feuilles du pissenlit une valeur  $IC_{50}$  estimée à 2,81 mg/ml.

Les valeurs des analyses physico-chimiques effectuées sur les matières premières (Cheddar, poudre de lait à 26% et 0%, sels de fonte, eau) entrant dans la fabrication du fromage fondu répondent globalement aux normes exigées par AFNOR (1986).

Concernant le produit fini, notamment FF0, FP15, FP20 et FP30, les valeurs de pH et de matière sèche obtenues sont conformes à la norme exceptée pour la matière grasse et l'humidité. En effet, les différents échantillons de fromages fondus supplémentés de pissenlit inclus le fromage fondu simple ont montré des valeurs comprises entre  $15,25 \pm 0,35\%$  et  $15,75 \pm 0,35\%$ , valeurs inférieures à la norme fixée à un minimum de 22,5%.

De plus, tous les fromages fondus élaborés ont un rapport MG/MS allant de  $37,8 \pm 1,44\%$  à  $39,04 \pm 0,16\%$  alors que leur taux d'humidité se situe dans un intervalle de  $58,23 \pm 0,65\%$  à  $60,22 \pm 6,84\%$ .

L'analyse sensorielle des fromages fondus élaborés (FF0, FP15, FP20, FP30) a montré une préférence pour la formule de fromage fondu additionné de 15g de pissenlit d'un point de vue texture, couleur, goût et odeur.

Enfin, les résultats microbiologiques des matières premières impliqués dans la fabrication du fromage fondu, des deux fromages fondus simple et additionné de 15 g de pissenlit sont exempts de tous les germes microbiens recherchés.

Pour conclure, le pissenlit est une plante sauvage intéressante à exploiter dans l'industrie du fromage en vue de l'élaboration d'un produit fini enrichi notamment en polyphénols, molécules bioactives bénéfiques pour la santé.

En perspectives, il serait intéressant d'approfondir ce travail par :

- Une étude phytochimique plus approfondie à travers l'isolement et purification des différents métabolites secondaires contenus dans la plante du pissenlit ;
- Caractérisation par CG-SM ou HPLC des extraits polyphénoliques du pissenlit ;
- Etude comparative de la composition en protéines, vitamines et minéraux des fromages fondus supplémentés de pissenlit et fromage fondu simple ;

1. **ABI AZAR R. (2007)**. Complication des protéines laitières par les extraits de gousses vertes de caroubier Propriétés technologiques des coagulums obtenus. Thèse de doctorat. Agroparistech.197p.
2. **AFANOR. (1986)**. Association française de normalisation recueil des normes français, contrôle de la qualité des produits laitiers.3<sup>ème</sup> édition.647-651 PP.
3. **AKHTAR M.S., KHAN Q.M., KHALIQ.T. (1985)**. Effects of *Portulaca oleraceae* (Kulfa) and *Taraxacum officinale* (Dhudhal) in normoglycaemic and alloxan-treated hyperglycaemic rabbits. *J Pak Med Assoc.* 35(7):207-210.
4. **AKROUT.A., GONZALEZ L.A., EL JANI H.J and MADRID P. C. (2011)**. Antioxidant anantitumor activities of *Artemisia campestris* and *Thym elaeahirsuta* from southern of Tunisia. *J. Food. Chem. Tox.* 49:342–347.
5. **BABA AISSA .F. (2000)**. Encyclopédie des plantes utiles, flore d'Algérie et du Maghreb; P: xvii- xxxv, 4-77,101-87p.
6. **BAKCHICHE.B., GHERIB .A. (2014)**. Activités antioxydantes des polyphenols extraits de plantes médicinales de la pharmacopée traditionnelle d'Algérie. *Innovative Space of Scientific Research Journals*, 9 (1) : 167-172.
7. **BEDIAGA. M. (2011)**. Étude ethnobotanique, phytochimique et activités biologiques de *Nauclea Latifolia* (Smith) une plante médicinale africaine récoltée au Mali. Thèse de doctorat. Université de Bamako, Mali. p 10.
8. **BENSKY. D., CLAVEY. S., STÖGER. E., GAMBLE. A. (2004)**. Chinese Herbal Medicine *Materia Medica*.3<sup>rd</sup>ed.Seattle,WA:Eastland Press. al. *Asian Pac J Trop Biomed* 2014; 4(Suppl 2): S625-S632.
9. **BOUTONNIER J.L. (2000)**. Fabrication de fromage fondu, éd. des Technique de l'ingénieur. p14.
10. **BOUTONNIER J.L. (2002)**. Fabrication du fromage fondu. Ecole nationale des

Industries du lait et des biotechnologies (ENILBIO) de Poligny, France. Techniques de l'Ingénieur, traité Agroalimentaire, F 6 310-1, 14 p.

**11. BOUTONNIER .C et JEAN.L. (2006).** Fabrication du fromage fondu, Ed Techniques de l'ingénieur, p120-135.

**12. BRITO.C., MÉNDEZ. P., HAYDÉE. L., PINTO. M. (2002).** Desarrollo De Queso Chanco De Reducido Tenor Graso Utilizando Proceso De Homogeneización De La Leche Agro Sur, 30.

**13. BROWN. A.C. (2014).** Understanding Food: Principles and Preparation. Cengage Learning, 5ème édition, 704 p.

**14. BRUNETON J. (1999).** « Pharmiognosie , phytochimie » Plantes médicinales, 2ème éd, Éditions médicales internationales, Tec et Doc Lavoisier, Paris, p 1120.

**15. BUNKA.F., STETINA.J., HRABE.J. (2008).** The effect of storage temperature and time on the consistency and color of sterilized processed cheese. European Food Research Technology, vol. 228, p. 223–229.

**16. CAROLE.L et VIGNOLA.M. (2002).** Science et technologie du lait : Transformation du lait. Ed, presses internationales polyethniques, Québec Inc, 600p.

**17. CAZIN F.J. (2010).** Traité pratique et raisonné des plantes médicinales indigènes : avec un atlas de 200 planches lithographiées, 3ème édition. p 55-1189.

**18. CHAMBRE M., DAURELLES J. (1997).** Le fromage fondu. In: ECK A. et GILLIS. Le fromage. Ed. Lavoisier, p. 691-708.

**19. CHARLES D.J. (2012).** Antioxidant properties of spices, herbs and other sources. Springer Science & Business, 672p.

**20. CHEFTEL J.C., CUQ .J.L., D. (1985).** Modification des protéines. In : Protéines alimentaires. Ed. Lavoisier TEC & DOC Paris, p. 255-277.

- 21. CHRISTENSEN. J., POVLSEN.V.T., SØRENSEN. J. (2003).** Application of fluorescence spectroscopy and chemometrics in the evaluation of processed cheese during storage. *J. Dairy Sci.* vol. (86): 1101–1107.
- 22. CHRISTAINE .J ., JEAN-NOËL .J. (2003).** *Microbiologie Alimentaire*. 5<sup>ème</sup> édition, 2012p.
- 23. CODEX ALIMENTARIUS. (2011) :** Lait et produits laitiers, deuxième édition, CODEX STAN : norme codes pour le cheddar, 6p.
- 24. COULIBALY. K. (2005).** Etude de la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau des puits de certains quartiers du district de Bamako. Thèse présentée pour obtenir le grade de docteur en pharmacie, Faculté de Médecine de Pharmacie et d'Odonto-stomatologie. Université de Bamako, p. 52.
- 25. COUPLAN. F. (2014).** La cuisine est dans le pré: 52 recettes à glaner dans la nature .Paris. Primento, 168p.
- 26. DAGHDAK. H., ZAITER. R. (2014).** Evaluation de l'activité antioxydante et anti inflammatoire de la plante de la plante médicinal algérienne *Inula .viscosa* .Mémoire de master : Toxicologie et santé. Université canstantine, Canstantine, 56p.
- 27. DJACBOU. D. SYLVIE., PIEME CONSTANT ANATOLE ., BIAPA PROSPER CABRAL ., PENLAP BENG VERONIQUE . (2014).** Comparison of in vitro antioxidant properties of extracts from three plants used for medical purpose in Cameroon: *Acalypha racemosa*, *Garcinia lucida* and *Hymenocardia lyrata*. *Asian Pac J Trop Biomed.* 2014, 4(Suppl 2): S625-S632.
- 28. DEBRY .G. (2001).** Lait, nutrition et santé. Editions Tec et Doc, Lavoisier, 566 p.
- 29. DFI (Département Fédéral de l'Intérieur). (2009).** Ordonnance sur les denrées alimentaires d'origine animale, 48 p.

- 30. DJERIDANE .A ., YOUSFI. M ., NAJEMI. B ., VIDAL .N ., LESGARDS. JF and STOCKER.P. (2007).** Screening of some Algerian medicinal plants for thephenolic Compouds and their antioxidant activity .Eur. Food Res. Techenol.224: 801-809. 2014. 155p.
- 31. DI CARL.G., MASCOLO. N., IZZO.A.A et CAPASSO.F. (1999).** flavonoids: old new aspects of class of natural therapeutic grugs, Life Science.65337- 353.
- 32. DONNELLY .C.W. (2014).** Cheese and Microbes. ASM Press, NW, Washington, DC ,350 pages.
- 33. DRAKE M.A., SWANSON B.G.(1995).** Reduced- and low-fat cheese technology. A review, Trends Food Science Technology, vol. 6, n. 11, p. 366–368.
- 34. ECK .A. (1987).** Le fromage. 2ème édition. Technique et documentation. Lavoisier, paris 390p.
- 35. ECK .A, GILLIS J.C. (1997).** Le fromage. 3<sup>ème</sup> édition. Lavoisier. Tec et Doc.891p.
- 36. EMMONS D.B., KALAB.M., LARMOND.E., LOWRIE R.J. (1980).** Milk gel structure. Texture and microstructure in Cheddar cheese made from whole milk and from homogenized low-fat milk. J. Texture Stud. vol. 11, p. 15–34.
- 37. ÉTIENNE K.M. (1992).** Dénaturation thermique et gélification des protéines de lactosérum en solution modèle et dans un aliment complexe, le fromage fondu à tartiner : effets du NaCl, du lactose et du glycérol. Thèse de doctorat, Université Laval Québec, 138p.
- 38. FANZO. J., HUNTER. D., BORELLI. T., MATTEI .F. (2013).** Diversifying Food and Diets: Using Agricultural Biodiversity to Improve Nutrition and Health. 1ère Edition, Routledge, Taylor & Francis group, 400 pages..
- 39. FOX P.F., MCSWEENEY P.L.H. (1998).** Dairy Chemistry and Biochemistry. Ed. Thomson Science, Germany, 396 p.

- 40. FOX P.F., GUINEE T.P., COGAN T.M., MC SWEENEY P.L.H. (2000).**  
Fundamentals of cheese science. Maryland: Aspen Publishers Inc. p. 429–451.
- 41. GAUCHERON .F. (2004).** Minéraux et produits laitiers, Québec. Edition Technique et Documentation, Paris 922p.
- 42. GARCIA-SALAS P., MORALES-SOTO A., SEGURA-CARRETERO A., FERNANDEZ-GUTIERREZ A. (2010).** Phenolic- compound-extraction systems for fruit and vegetable samples. *Molecules* 15: 8813-8826.
- 43. GERMAN.L. (1976).** le traitement des eaux. Edition Technique et Documentation. Paris, 147p.
- 44. GONZÁLEZ-GALLEGO. J., SÁNCHEZ-CAMPOS. S. et TUÑÓN M.J. (2007).** Anti-inflammatory properties of dietary flavonoids. *Nutrición hospitalaria* 22(3):287-293.
- 45. GOUDEDRANCHE. H, CAMIER -CAUDRAN .B, GASSI J-Y, SCHUCK .P. (1999).** Procédés de transformation fromagère (partie 1) F 6305, Techniques de l'Ingénieur, traité Agroalimentaire, vol. F1.
- 46. GRAMME.D. (1998).** Un "gramme" de bon sens: Au service de votre santé. Edition Dricot, 155p
- 47. GRIEVE .M. (2006).** A Modern Herbal. New York: Dover Publications, 1931.
- 48. GUINEE T.P., CARIĆ M., KALÁB M.( 2004).** Pasteurized Processed Cheese and Substitute/Imitation Cheese Products. **In: FOX P.F., MCSWEENEY P.L.H., Cogan T.M., GUINEE T.P.** Cheese Chemistry, Physics and Microbiology. Major Cheese Groups vol. 2, 3rd ed. Elsevier Applied Science Ltd, London, p. 349-394.
- 49. GUIRAUD. JP. (1998),** Microbiologie alimentaire, Edition : DUNOD, 615p.
- 50. GUPTA. S.K., KARAHADIAN C., LINDSAY R.C. (1984).** Effect of emulsifier salts on textural and flavour properties of processed cheeses. *J Dairy Sci.* vol. 67, p. 764–778.
- 51. HAKIM ALILOU., BOUCHAIB BENCHARKI., MINA IDRISSE HASSANI et**

- NOUREDDINE BARKA .(2014).** Screening phytochimique et identification spectroscopique des flavonoïdes d'*Asteriscusgraveolens* subsp. *Odorus*, 10(3) (2014) 316 – 328.
- 52. HEERTJE. I., BOSKAMP. M.J., VAN KLEEF. F., GORTEMAYER F.H. (1981).** The microstructure of processed cheese. *Neth. Milk Dairy J.* vol. 35, p. 177–179.
- 53. HOOK. I., MCGEE. A., HENMAN. M. (1993).** Evaluation of dandelion for diuretic activity and variation in potassium content. *Int J Pharmacog* .31 (1):29-34.
- 54. INUMA. M., TSUCHIYA. H., SATO.M.,YOKOYAMA.J.,OHYAMA.M.,OHKAWA. Y.,TANAKA. T., FUJIWARA.S and FUJII. T. (1994).** Flavanones with antibacterial activity against *Staphylococcus aureus*. *J. Pharm. Pharmacol.* 46: 892-895, 1994.
- 55. JACKSON.B. S. (1982).** The lowly dandelion deserves more respect. *Can. Geogr.* 102: 54–59.
- 56. JEANTET ROMAIN, THOMAS CROGUENNEC, PIERRE BRULE. (2007).** *Science Des Aliments : Biochimie, Microbiologie, Procédés, Produits.* 2 : 12, 15 Tec & Doc Lavoisier. Londres-Paris New York. L.). *Scienza e Tecnica Lattiero-Casearia*, 32, 203–221pp.
- 57. JERIDANE .A., YOUSFI .M., NADJEMI .B., BOUTASSOUNA .D.,STOCKER P.,Vidal .N.(2006).** Antioxidant activity of some algerian medicinal plants extracts containing phenolic compounds. *J. Food Chem.* 97: 654–660.
- 58. KASHIWADA.Y., TAKANAKA. K., TSUKADA .H.** Sesquiterpene glucosides from antileukotriene B4 release fraction of *Taraxacum officinale*. *J Asian Nat Prod Res.* 2001.3(3):191-197.
- 59. KATZ. H et WEAVER W.W. (2003).** *Encyclopedia of food and culture. Volume 1: Acceptance to food politics.* Charles Scribner’s Sons. New York, 718p.

- 60. KIM K.S., LEE.S ., LEE Y.S., JUNG S.H., Y. PARK., SHIN K.H and KIM B.K.** Anti-oxidant activities of the extracts from the herbs of *Artemisia apiacea*, *Jour Ethnopharmacology*, 85 (2003) 69–72.
- 61. KIMURA. T., SAGARA .Y and TANIMOTO. M. (1986).** Microstructure of Cream cheese observed by cryo-SEM. Effects of melting salts and shear rate of the cheese structure during processing. *Reports of Research Laboratory, Snow Brand Milk Products Co.*, n. 83, p. 43–54.
- 62. KOH. Y.j., CHA. D.S., K. J.S., PARK. H.J., CHOI. H.E.** Anti-inflammatory effects of *Taraxacum officinale* leaves on lipopolysaccharide-induced inflammatory responses in RAW 264.7 cells. *Journal of Medicinal Food*, 2010, 13(4): 870-878.
- 63. KOO. HN., HONG. SH., SONG. BK. (2004).** *Taraxacum officinale* induces cytotoxicity through TNF- $\alpha$  and IL-1 $\alpha$  secretion in Hep G2 cells. *Life Sci*, 74(9):1149-115.
- 64. LAMBERT-FAIVRE .Y. (1988).** *Droit des assurances*, 6ème édition, DALLOZ, Paris, 772p.
- 65. LARPENT. J.P. (1997).** *Microbiologie alimentaire, Technique de laboratoire*, 1041p.
- 66. LECERF. J.M. et RAGOT .B. (2006).** *Mieux nourrir mon enfant: Concilier plaisir, éducation et santé*. Editions de l'Atelier .263p.
- 67. LEE.Y.H., Marshall .T. (1981).** Microstructure and texture of process cheese, milk curds, and caseinate curds containing native or boiled soy proteins. *Journal of Dairy Science*, vol. (64) : 2311–2317.
- 68. LENOIR. J ., LAMBERT. G., SCHMIDT. J.L. (1983).** L'élaboration d'un fromage :l'exemple du camembert. *Pour la science* 69, 30-42.
- 69. LU .Y., SHIRASHOJI. N., LUCEY. J.A. (2008).** Effects of pH on the Textural Properties and Meltability of Pasteurized Process Cheese Made with Different Types of Emulsifying Salts. *Food Engineering and Physical Properties*, vol. 73, n. 8, p. 363-369.

- 70. LELIEVRE J. , SHAKER R.R., TAYLOR M.W. (1990).** The role of homogenization in the manufacture of Halloumi and Mozzarella cheese from recombined milk. *J. Soc. Dairy Technol.* Vol (43) : 21–24.
- 71. LUQUET F.M. (1985).** lait et produits laitiers, vaches, brebis et chèvre. Tome 2 , 2<sup>ème</sup> édition. Edition Techniques et Documentation -Lavoisier, Paris, 632p.
- 72. LUQUET F.M. (1986) :** lait et produits laitiers, vaches, brebis et chèvre. Tome 2 , 2<sup>ème</sup> édition. Edition Techniques et Documentation -Lavoisier, paris, 397p.
- 73. LUQUET F.M. (1990) :** lait et produits laitiers, vaches, brebis et chèvre. Edition Techniques et Documentation -Lavoisier, paris, 637p.
- 74. MACKILLOP. J. (2004).** A Dictionary of Celtic Mythology. Oxford, UK: Oxford University Press, 456p.
- 75. MAHMOUDI. S., KHALI. M., MAHMOUDI. N. (2013).** Etude de l'extraction des composés phénoliques de différentes parties de la fleur d'artichaut (*Cyanara scolymus L.*). *Nature et Technologie* (9) : 35-40.
- 76. McMAHON D.J., FIFE R.L., OBERG C.J. (1999).** Water partitioning in Mozzarella cheese and its relationship to cheese melaability. *Journal of Dairy Science*, vol.82, n. 7, p. 1361–1369.
- 77. MEDDOUR .A., YAHIA. M., BENKIKI N., AYACHI. A. (2013).** Étude de l'activité antioxydante et antibactérienne des extraits d'un ensemble des parties de la fleur du *Capparis Spinosa L.* *Lebanese Science Journal*. Vol. (14): 49-60.
- 78. METZGER L.E., MISTRY V.V. (1994).** A new approach using homogenization of cream in the manufacture of reducedfat Cheddar cheese. 1. Manufacture, composition and yield. *J. Dairy Sci.* vol. 77, p. 3506–3515.
- 79. MEYER. A. (1973).** Processed Cheese Manufacture, Food Trade Press Ltd., London, 201p.

- 80. MICHEL .P et MICHEL .L. (2007).** Secrets des plantes, Editions Artemis, 463p.
- 81. NORONHA .N., O’RIORDAN E.D., O’SULLIVAN. M. (2008).** Influence of processing parameters on the texture and microstructure of imitation cheese. *European Food Research of Technology*, vol. 226, p. 385–393.
- 82. OMULOKOLI. E., KHAN. B., CHHABRA S.C. (1997).** Antiplasmodial activity of four Kenyan medicinal plants. *Journal of Ethnopharmacology*. 56 p, 133-137.
- 83. PANDEY K.B., RIZVI S.I. (2009).** Plant polyphenols as dietary antioxidants in human health and disease. *Oxid Med Cell Longev*. 2 (5): 270-278.
- 84. PARIS .R et NOTHIS .A. (1978).** Plantes médicinales, phytothérapie. Ed. Masson, Paris.
- 85. PETIT HELENE. (2005).** Le mal de dos, c'est fini: Prenez en main la santé de votre dos, C'est naturel, c'est ma santé. Alpen. Editions s.a.m, 95p.
- 86. PETLEVSKI .R., HADZIJA. M., SLIJEPCEVIC .M., JURETIC. D. (2001).** Effect of ‘antidiabetis’ herbal preparation on serum glucose and fructosamine in NOD mice. *J Ethnopharmacol*. 75(2-3):181-184.
- 87. PRADAL. M. (2012).** La transformation fromagère caprine fermière: Bien fabriquer pour mieux valoriser ses fromages de chèvre. Lavoisier, 295p.
- 88. QUEBEC AMERIQUE. (1996).** L'Encyclopédie visuelle des aliments, 688 pages
- 89. RAYAN A.A., KALÁB M., ERNSTROM C.A. (1980).** Microstructure and rheology of process cheese. *Scanning Electron Microsc*. III, p. 635–643.
- 90. RENNA. M., GONNELLA. M. (2012).** The use of the sea fennel as a new spice-colorant in culinary preparations. *Int. J. Gastron. Food Sci*. 1 (2):111-115.
- 91. ROBERT P. A. WOOD., TESS ANNE OSBALDESTON., Dioscorides Pedanius (of Anazarbos). (2000).** De Materia Medica : Being an Herbal with Many Other Medicinal Written in Greek in the First Century of the common Era. IBIDIS Press, 2000.932p.

- 92. SAVELLO P.A., ERNSTROM C.A., KALÁB M. (1989).** Microstructure and meltability of model process cheese made with rennet and acid casein. *Journal of Dairy Science*, vol. 72, p 1–11.
- 93. SCOTT .R., RICHARD .K.R., WILBEY .A. (1998).** Cheese making practice. 3rd edition. Springer, 449 p.
- 94. SHIDOJI.Y., OGAWA. H.** Natural occurrence of cancerpreventive geranylgeranoic acid in medicinal herbs. *The Journal of Lipid Research* 2004, 45: 1092–1103.
- 95. SCHÜTZ. K., CARLE. R., SCHIEBER. K.** Taraxacum – a review on its phytochemical and pharmacological profile. *Journal of Ethnopharmacopogy*, 2006, 107: 313-323.
- 96. SMALL. E., PAUL. M., CATLING. (2002).** Les cultures médicinales canadiennes, NRC Research Press, 281p.
- 97. SUSAN G. WYNN., BARBARA J. FOUGÈRE. (2007).** Veterinary Herbal Medicine. Elsevier Hesth Science, 714p.
- 98. SUKHININA .S.Y., SELYATITSKAYA V.G., PALCHIKOVA N.A., SHORIN Y.P., POZNYAKOVSKII V.M. AND BONDAREV G.I.(1997).** Efficiency of processed cheese enriched by iodine in prevention of goitre. *Voprosy-Pitaniya*, vol. (1): 21–23.
- 99. ST-GELAIS .D., TIRARD-COLLER. P., BELANGER .G., COUTURE R et DRAPEAU.R. (2002).** Fromage. *In : Science et technologie du lait : transformation du lait* (Vignola C.L.).*Presses. Int. Polytechnique.* 349-407.
- 100. TAMIME A.Y., KALÁB. M., DAVIES. G., YOUNIS. M.F. (1990).** Microstructure and firmness of processed cheese manufactured from Cheddar cheese and skim milk powder cheese base. *Food Struct.* vol. 9, p. 23–37.
- 101. TETAU .M. (2005).** Rhumatismes : votre ordonnance naturelle .c'est naturel, c'est ma santé. Alpen Edition s.a.m.95p.

- 102. TSIMOGIANNIS D.I., OREOPOULOU. V. (2004).** Free-radical scavenging and antioxidant activity of 5, 7, 3', 4'-hydroxy-substituted flavonoids. *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 5, 523-528.
- 103. VERMERRIS.W et NICHOLSON.R. (2006).** Phenolic compound biochemistry, springer Dordrecht ISBN 101-4020-5163-8.
- 104. WARBURTON D.W., PETERKIN P.I. AND WEISS K.F. (1986).** A survey microbiological quality of processed cheese products. *Journal of Food Protein*, vol. 49, p. 229–230.
- 105. WICHTL. M ., ANTON.R. (2003).** Plantes thérapeutiques. 2ème édition, paris, p 692.
- 106. YVES .S., CLAUDE.B., GUERIN. B. (2002).** Plantes et réactions cutanées. Paris, John Libbey Euronext, 157p.
- 107. ZHANG. D., MAHONEY A.W. (1991).** Iron fortification of process Cheddar cheese. *Journal of Dairy Science*, vol. (74): 353–358.

### Réactifs et produits chimiques :

- Méthanol :  $\text{CH}_3\text{OH}$
- Acide chlorhydrique :  $\text{HCl}$
- Propanol :  $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$
- Ethanol :  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$
- Alcool iso amylique :  $\text{C}_5\text{H}_{12}\text{O}$
- Ammoniaque :  $\text{NH}_4\text{OH}$
- Ether :  $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$
- Chloroforme  $\text{CHCl}_3$
- Acétate de plomb  $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb}$
- Hydroxyde de potassium  $\text{KOH}$
- Acide sulfurique  $\text{H}_2\text{SO}_4$
- Ether de pétrole :  $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_n-\text{CH}_3$
- Folin-Ciocalteu
- Magnésium  $\text{Mg}$
- Sulfate anhydre de sodium  $\text{Na}_2\text{SO}_4$
- Réactif de stiansy
- Iode  $\text{I}_2$
- Acétate de sodium
- Trichlorure Ferrique  $\text{FeCl}_3$
- Réactif de Mayer
- Méthyle-orange
- Phénolphtaléine
- Solution tampon
- EDTA
- Bicarbonate de potassium
- Nitrate d'argent
- Noir enchiochrome trituré.



### Equipements et appareils

- Broyeur électrique (High star)
- Etuve- stérilisateur (Memmert GmbH+Co.KG.Buchenbach, Allemagne)
- Plaque chauffante (IKA<sup>R</sup> RH B2, Allemagne)
- Dessiccateur (GAL TEST METOLOGIE)
- Réfrigérateur (beko, RDSE510M20W)
- Rota vapeur
- PH Mètre (HANNA ,8424)
- Thermomètre (TP10, -50C°+300C°/-58°F+572°F)
- Bec benzène
- Balance (Model :KE 924 ,Max :5Kg, Tielung 1g)  
Marque:KERN  
KERN 8 Sohn GmbH  
D-72336 Balingen, Germany
- Bain marie (memmert GmbH+Co.KG .Schwbach, Allemagne)
- Centrifugeuse(GERBER ,INSTPUMETS ,K.SCHNEIDER 8CO.AG  
Type K56A, 230 V-40 Watt, 1380 rpm.  
Normals.J.E.Gerber-8CO.  
Langhag, 8307 EFFretikon.
- Balance (ISO 9001,EW 150-3M ,Max 150g ,Min :0.02 ,10C°/30C°,DC:9V)
- Butyromètre (butyromètre à fromage, Van GULIK ,3g-65C° ).
- Butyromètre à laitn(Funk Gerber)

### Verreries et petits matériels :

- Béchers
- Flacon en verre
- Tube à essai
- Fiole
- Seringue
- Spatule
- Eprouvettes graduées
- Papier aluminium

- Godé
- Pipette

Les milieux de la culture utilisée et les germe recherché pour les analyses microbiologiques :

**Les compositions des milieux culture utilisé selon ( LARPENT J.P., 1997)**

- Gélose viande foie

Bouillon VF.....	100ml
Glucose.....	2g
Sulfate de sodium .....	7g
Citrate de sodium .....	0,4g
Alun de fer d'ammonium.....	2g
Gélose .....	8g
Eau distillée.....	1000ml

- Milieu B.C.P.L à double concentration (D/C)

Extrait de viande de bœuf .....	6g
Peptone .....	10g
Lactose .....	10g
Pourpre de boromocrésol.....	0,05g
Eau distillée.....	1000ml

- Milieu B.C.P.L à double concentration (S/C)

Extrait de viande de bœuf .....	6g
Peptone .....	10g
Lactose .....	10g
Pourpre de boromocrésol.....	0,05g
Eau distillée.....	1000ml

- Milieu BP (Baird-Parker)

Peptone de caséine .....	10g
Extrait de viande de bœuf .....	5g
Pyruvate de sodium .....	10g
Extrait de levure .....	1g
Chlorure de lithium .....	5g
Glycocolle .....	12g
Agar .....	20g
Eau distillée .....	1000ml

- Le Milieu VRBL

Extrait de levure .....	3g
Lactose .....	10g
Chlorure de sodium .....	5g
Mélange sel biliaire .....	1, 5g
peptone .....	7g
crystal violet .....	0 ,002g
rouge neutre .....	0, 03g
agar-agar .....	15g
eau distillé .....	1000ml

**Les germes recherchés** : selon (LARPENT J.P., 1997)

- Les coliformes totaux

Ce sont des bacilles à Gram négatif, non sporulé, aérobie et anaérobie facultatifs, capable de multiplier en présence de sel biliaire et de fermenter le lactose avec production d'acide et gaz en 48 heures à une température de 37 °C.

- Les coliformes fécaux :

Des coliforme thermo tolérants, ils sont constitués de bactéries ayant les même caractéristiques et propriétés fermentatifs que les coliforme totaux ,mais à une température d'incubation de 44°C.

- Clostridium sulfito-réducteur

Bactérie anaérobies qui se développe à des températures de 37°C, à un temps allant de 24 à 48 heures, elle représente une forme de résistance en produisant des spores d'origine fécale.

- Staphylococcus aureus

Bactérie ubiquitaire aéro-anaérobie facultative thermosensible, appartenant à famille des micrococacea à Gram positive, non sporulées, se développent à 37°C ;

- Salmonelles

Les salmonelles aéro-anaérobies appartiennent à la famille des entérobactéries .ce sont des bacilles à Gram<sup>-</sup> mobile non sporulées. Ces germe dont capable de fermenté le glucose et capable de réduite les nitrate.

- Levures

Les levures sont des saprophytes, elles peuvent produire par leur développements dans les produit alimentaire, sont souvent ovales, allongé ou sphérique.

- Moisissures

Les moisissures sont des eucaryotes non photosynthétique et mobile, elles sont d'origine d'altération superficielle. Certain souches produisent des toxines.



## Fiche de test sensoriel

### Le produit : fromage fondu au pissenlit

La texture :

	Fromage simple	Fromage au pissenlit 15g	Fromage au pissenlit 20g	Fromage au pissenlit 30g
Dure				
Souple				
Fondant				

La couleur :

Verte claire				
Equilibré				
Jaune pale				

L'odeur :

Aromate trop marqué				
Equilibré				
De fromage				

Le gout :

Sucré				
Acide				
Amer				
Salé				
Note /04				

La notation se fait de 0 à 4 points

00 : mauvais    01 : passable

le dégustateur :

02 : moyen    03 : bon

04 : agréable



## Fiche de test sensoriel

### Le produit : fromage fondu au pissenlit

La texture :

	Fromage simple	Fromage au pissenlit 15g	Fromage au pissenlit 20g	Fromage au pissenlit 30g
Dure				
Souple				
Fondant				

La couleur :

Verte claire				
Equilibré				
Jaune pale				

L'odeur :

Aromate trop marqué				
Equilibré				
De fromage				

Le gout :

Sucré				
Acide				
Amer				
Salé				
Note /04				

La notation se fait de 0 à 4 points

00 : mauvais    01 : passable

le dégustateur :

02 : moyen    03 : bon

04 : agréable



## Résumé

L'objectif de cette étude consiste à mettre à profit dans l'industrie agro-alimentaire les effets biologiques d'une plante consommée traditionnellement, en particulier le pissenlit (*Taraxacum officinale*) et ce, par son incorporation dans l'élaboration d'un fromage fondu.

Le screening phytochimique de la plante étudiée a montré sa richesse en flavonoïdes, saponosides, tanins totaux et tanins galliques. De plus, elle présente une teneur en polyphénols de  $38,06 \pm 1,85$  mgEAG/100g MS. La valeur IC<sub>50</sub> de l'extrait polyphénolique de feuilles du pissenlit est estimée à une valeur de 2,81 mg/ml. Par ailleurs, les résultats des analyses physico-chimiques des matières premières (Cheddar, poudre de lait à 26% et 0%, sels de fonte, eau) entrant dans la fabrication du fromage fondu sont conformes aux normes exigées par AFNOR (1986). Les différents fromages formulés (FF0, FP15, FP20 et FP30) ont des valeurs de pH et matière sèche conformes exceptée pour la matière grasse et l'humidité dont les valeurs sont respectivement inférieures à 22,5% et supérieures à 50%. Le FP15 est la recette de fromage fondu le plus apprécié par les consommateurs. Enfin, les résultats microbiologiques des matières premières, des deux fromages fondus simple et additionné de 15 g de pissenlit sont exempts de tous les germes microbiens recherchés.

**Les mots clé :** Pissenlit, Screening phytochimique, Polyphénol, Fromage fondu, Analyses Physico-chimiques et Microbiologiques.

## Abstract

The aim of this study is to use the biological effects of a traditional plant, particularly dandelion (*Taraxacum officinale*) in the agro-food industry by its incorporation into the production of a processed cheese. The phytochemical screening of the studied plant showed its richness in flavonoids, saponosides, total tannins and gallic tannins. In addition, it has a polyphenol content of  $38.06 \pm 1.85$  mgEAG / 100 g MS. The IC<sub>50</sub> value of dandelion leaves extract was found to be 2,81 mg/ml. In addition, physicochemical analyses of raw materials (Cheddar, 26% and 0% milk powder, melt salts, water) used in the production of processed cheese are in accordance with the standards required by AFNOR (1986). The various formulated cheeses (FF0, FP15, FP20 and FP30) have satisfactory pH and dry matter values except for fat and moisture with values were below 22.5% and greater than 50%, respectively. The FP15 is the favorite cheese recipe most appreciated by consumers. Finally, the two melted cheeses, simple and supplemented with 15g of dandelion are free from all microbial germs.

**Key words:** Dandelion, Phytochemical Screening, Polyphenol, Processed Cheese, Physico-Chemical and Microbiological Analyses.

## المخلص

الهدف من هذا العمل هو استغلال الفوائد البيولوجية لنبتة الهندباء في المجال الزراعي الغذائي وذلك بدمجها في صناعة الجبن الطري. وقد أظهر الكشف الكيميائي للنبتة المدروسة غناها بالفلافونيدات و السابونوزيدات والعفص والعفص الغالية كما ان نسبة البوليفينول 38,06 مغ مكافئ من حمض الغاليك/ من المادة الجافة. تقدر قيمة النشاطية المضادة للأكسدة لمستخلص بوليفينول ورق النبتة ب 2.81 مغ/مل. التحاليل الفيزيوكيميائية للمواد الأولية المتدخلة في صناعة الجبن الطري موافقة للشروط المحددة من طرف أفنور "1986". مختلف مواد الجبن المصنعة لها درجة حموضة ونسبة المادة الجافة موافقة للقيم المحددة ماعدا نسب المادة الدسمة والرطوبة التي هي على التوالي أصغر وأكبر من القيم المحددة. الجبن المزود ب 15 غ من نبتة الهندباء هو المنتج الأفضل بالنسبة للمستهلك. و اخيرا نتائج الكشف الميكروبيولوجي للجبن الطري و المزود ب 15 غ من النبتة سليمة والمنتج خالي من كل الميكروبات.

## الكلمات المفتاحية

الهندباء، الجبن الطري، البوليفينولات، الكشف الكيميائي، القدرة المضادة للأكسدة



**Tanins totaux**



**Tanins catéchique**



**Saponosides**



**Flavonoïdes**



**Tanins galiques**



**Anthocyanes**



**Glucosides**



**Alcaloides**

**Les fromages élaborés**



**Fromage fondu simple**



**Fromage fondu à 20 g de pissenlit**



**Fromage fondu à 30g de pissenlit**



**Fromage fondu à 15 g de pissenlit**

Les analyses effectuées :



Détermination du pH



Détermination de la matière grasse



Détermination de la matière sèche



Détermination de la MG



**pH mètre**



**L'acidité titrable**



**Balance**



**centrifugeuse**



**Bain marie**



**Pour fabrication du fromage**

