

République Algérienne Démocratique et Populaire

Université Abdelhamid  
IbnBadisMostaganem  
Faculté des Sciences de la  
Nature et de la Vie



جامعة عبد الحميد ابن باديس  
مستغانم  
كلية علوم الطبيعة و الحياة

DEPARTEMENT DES SCIENCES ALIMENTAIRES

## MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Présenté par :

**KESSAS Rania**

Pour l'obtention du diplôme de

**MASTER EN SCIENCES ALIMENTAIRES**

Spécialité: Production et transformation laitières

**THÈME**

**Etude des caractéristiques physico-chimiques des  
poudres de lait utilisées au niveau de la filiale  
GIPLAIT cas de la «laiterie du littoral de  
Mostaganem ».**

Soutenu publiquement le 24/06/2020

Devant les membres du jury

<b>Président</b>	Dr RECHIDI SIDHOUM Nadra	Maître de conférences	U. Mostaganem
<b>Examineur</b>	Dr TAHLAITI Hafida	Maître de conférences	U. Mostaganem
<b>Encadreur</b>	Dr DAHOU AbdelkaderElamine	Maître de conférences	U. Mostaganem

Travail réalisé au Laboratoire des Sciences et Techniques de Production Animales

Année universitaire 2019-2020

## *Remerciements*

*Je tiens à remercier tout d'abord Dieu le tout puissant et miséricordieux, qui m'a donné la force et la patience d'accomplir ce modeste travail.*

*En second lieu, je tiens à remercier mon encadreur Mr DAHOU.A, pour la qualité de son encadrement, l'aide précieuse qu'il m'a apportée, ses conseils éclairés et les remarques constructives tout au long de la préparation de ce mémoire.*

*Je remercie vivement Mme RECHIDI SIDHOUM. N, de m'avoir honorée pour présider ce jury.*

*Aussi, mes sincères remerciements à Mme TAHLAITI.H d'avoir acceptée d'examiner ce travail.*

*Ces remerciements ne sauraient être complets si j'ometts de citer les enseignants de ma promotion en production et transformation laitière : Mme TAHALAITI, Mme RECHIDI SIDHOUM, Mr DAHOU, Mr HOMRANI, Mr BOUCHERF, Melle MEGHOUFEL et Melle ZOUAOUI qui, par leur enseignement, ont contribué à ma formation durant deux ans de master.*

*Sans oublier l'ingénieur du Laboratoire, M Benharrat et mes camarades de la promotion.*

*En fin, je remercie le Directeur de la filiale GIPLAIT « laiterie Le littoral de Mostaganem ».*

*MERCI A TOUS...*



## *Dédicaces*

*Je dédie ce travail, avant tout,*

*À mes chers parents : Aucune dédicace ne saurait exprimer mon profond  
et grand respect,*

*Je vous remercie pour tout le soutien et l'amour que vous me portez depuis  
mon enfance et j'espère que votre bénédiction m'accompagne toujours.*

*Que ce modeste travail soit l'exaucement de vos vœux tant formulés, le  
fruit de vos innombrables sacrifices, bien que je ne vous en acquitterai  
jamais assez.*

*Puisse Dieu, le Très Haut, vous accorder santé, bonheur et longue vie et  
faire en sorte que jamais je ne vous déçoive.*

*À mes chers frères Kamel & Yacine.*

*Une spéciale dédicace à mes chères Sœurs Nadia, Wahiba, Zakia, Fatima et  
Dahbia aussi mes belles sœurs Aïcha & Malika.*

*À mes adorables nièces Khadidja, Amira, Hadjer, Maria, Meriem & Zahra*

*À mes chers neveux Anis, Ilyes, Rayen, Adem, Hamza, Alaa, Aymen &  
Abdellatif*

*À tous les membres de ma famille KESSAS & HAIDRA.*

*À toutes mes amies Zineb, Bouchra, Chafika, yasmín, Narimanen soumia &  
Amina.*

*À tous mes enseignants depuis mes premières années d'études.*

*À ma promotion de Master en production et transformation laitière 2020.*

*RANIA.*

## **Abréviations, sigles, acronymes et symboles :**

---

**ADPI** : American dairy product institute

**aw** : Activité d'eau.

**C°** : Degré Celsius.

**CAC** : Codex Alimentarius Commission.

**D°** : Acide Dornic.

**EST** : Extraie Sec Total.

**ESV** : Evaporation Sous Vide.

**FAO** : Food and Agriculture Organization of the United Nations

**FIL** : Fédération Internationale du Lait

**HRE** : Humidité Relative en Equilibre.

**ID** : Indice de Dispersibilité.

**IM** : Indicede Mouillabilité

**IS** : Indice de Solubilité.

**ISO** : International Organization for Standardization.

**JORA** : Journal Officiel de la République Algérienne.

**MG** : Matière Grasse.

**MP** : Matière Protéique.

**MS** : Matière Sèche.

**OMS** : Organisation mondiale de la santé.

**P<sup>w</sup>** : Pression partielle de la vapeur d'eau saturante.

## **Abréviations, sigles, acronymes et symboles :**

---

**pH** : Potentiel Hydrogène.

**Pw** : Pression partielle de la vapeur d'eau.

**ug** : Micro-grammes

**WPNI** : WheyProteinNitrogen Index.

## Liste des tableaux

---

<b>Tableaux</b>	<b>Titres</b>	<b>Page</b>
<b>Tableau 1</b>	Composition des laits en poudre (en %) (FAO, 2008)	20
<b>Tableau 2</b>	Composition générale de la poudre de lait entier d'après (FAO_Codex STAN 207-1999)	21
<b>Tableau 3</b>	Composition générale de la poudre de lait partiellement écrémé d'après (FAO_Codex STAN 207-1999)	21
<b>Tableau 4</b>	Composition générale de la poudre de lait écrémé d'après (FAO_Codex STAN 207-1999)	22
<b>Tableau 5</b>	Composition chimique des laits entiers (Hatmaker, Spray) et écrémés en poudre (Kon, 1995)	23
<b>Tableau 6</b>	Classification des poudres de lait écrémé selon le WPNI. (NiroAtomize, 1978 ; Alais, 1984 ; Amariglio, 1986 ; Pisecky, 1986 ; ADPI, 1990)	24
<b>Tableau 7</b>	Aperçu des propriétés physico-chimiques du lait en poudre (Kon, 1995)	30
<b>Tableau 8</b>	Les principales propriétés des poudres de lait (Pisecky, 1981; Masters, 1991)	36
<b>Tableau 9</b>	Masse volumique vraie (Pisecky, 1980)	40
<b>Tableau 10</b>	Contrôle de la conformité de l'étiquetage	59
<b>Tableau 11</b>	Poids net des sacs de poudre de lait	59
<b>Tableau 12</b>	Qualité physico-chimique de la poudre de lait AGROPUR 26%	60
<b>Tableau 13</b>	Qualité physico-chimique de la poudre de lait AGROPUR 0%	60
<b>Tableau 14</b>	Taux d'humidité des échantillons de poudre de lait	61
<b>Tableau 15</b>	pH des échantillons de poudre de lait	61
<b>Tableau 16</b>	Acidité Dornic des échantillons de poudre de lait	61
<b>Tableau 17</b>	Solubilité-dispersibilité-mouillabilité des échantillons de poudre de lait	62
<b>Tableau 18</b>	Taux de matière grasse des échantillons de poudre de lait	62
<b>Tableau 19</b>	Taux protéique des échantillons de poudre de lait	62

## Liste des figures

---

<b><u>Figure N° 1</u></b> : Diagramme de fabrication du lait enpoudre (Toure O., 2001).....	25
<b><u>Figure N° 2</u></b> : Principe de séchage par le procédé des cylindres (Mafart, 1996).....	27
<b><u>Figure N°3</u></b> : Procédé par pulvérisation du lait sec (SPRAY) (Kon S. K., 1995).....	29
<b><u>Figure N°4</u></b> : Les principales propriétés des poudres de lait (Pisecky,1981; Masters,1991).....	37
<b><u>Figure N°5</u></b> : Détermination de l'indice de solubilité (Westergaard V, 1994).....	41
<b><u>Figure N°6</u></b> : Détermination de l'indice dedispersibilité (Westergaard V, 1994).....	42
<b><u>FigureN° 7</u></b> : Détermination de l'indice de mouillabilité (Westergaard V, 1994).....	44
<b><u>Figure N° 8</u></b> : Sac de poudre de lait Marque AGROPUR.....	47

## Liste des annexes

---

<b>Annexe A</b> : Caractéristiques techniques Poudre de Lait 26% M .G.....	73
<b>Annexe B</b> : Caractéristiques techniques Poudre de Lait 0% M .G.....	75
<b>Annexe C</b> : Caractéristiques des poudres de lait .....	77

## Sommaire

Abréviations, sigles, acronymes et symboles

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des annexes

**Introduction** ..... 14

### **Première partie. Étude bibliographique**

Les laits en poudres, définition et caractéristiques .....18

Propriétés fonctionnelles et technologiques des laits en poudres .....31

### **Deuxième Partie. Recherche Expérimentale**

Matériel et méthodes .....46

Résultats et discussion .....58

**Conclusion** .....69

Annexes .....72

Références Bibliographiques .....79

Table des matières .....82

## Introduction

---

Le lait est une nourriture spécifiquement adaptée à chaque espèce. C'est un aliment liquide complet, très nourrissant, réunissant à lui seul tous les composants nécessaires à l'alimentation humaine.

Le lait est un aliment dont la durée de vie est très limitée. En effet, son pH, voisin de la neutralité, le rend très facilement altérable par les micro-organismes et les enzymes. Sa richesse et sa fragilité en font un milieu idéal, où de nombreux micro-organismes comme les moisissures, les levures et les bactéries se reproduisent très vite (**Luquet, 1985**).

C'est pour cela qu'il doit donc impérativement être conservé et protégé des détériorations naturelles en utilisant différentes techniques comme le séchage ce qui nous permet d'obtenir une nouvelle dérivée, telle que la poudre de lait « lait déshydraté ».

L'Algérie est le plus important consommateur de lait dans le Maghreb. Donc est un grand importateur de poudre de lait, avec un volume de 50% de ses besoins importés, pour un montant de près de 1,3 milliards de dollars, elle sert à la fabrication de produits laitiers, comme les fromages, les yaourts et lait fermentés (**Algerie-eco. 2018**).

<https://www.algerie-eco.com/2018/12/04/lonil-les-algeriens-consomment-annuellement-55-litres-de-lait-en-plus-de-la-moyenne-mondiale/> [consulté le 20/03/2020].

Le lait occupe une place prépondérante dans la ration alimentaire des algériens. Il apporte la plus grande part de protéines d'origine animale. De par sa composition, est un aliment très riche, il contient des graisses, du lactose, des protéines, des sels minéraux, des vitamines et 87 % d'eau (**Derouiche et al., 2016**).

## Introduction

---

Les besoins des algériens en lait et produits laitiers sont également considérables. Avec une consommation moyenne de 110 litres de lait par habitant et par an, l'élevage ne couvre même pas le tiers de cette consommation. La production laitière en Algérie régulièrement croissante depuis les années 80 est très faiblement intégrée à la production industrielle des laits et dérivés (**Mamineet al .,2018**).

Chaque année, l'Algérie importe 60% de sa consommation de lait en poudre, et la croissance annuelle moyenne du marché algérien des produits laitiers est estimée à 20%. Les pays de l'Union européenne, notamment la Pologne et la France mais aussi la Belgique se positionnaient jusqu'en 2003 comme les principaux fournisseurs de poudre de lait à destination de l'Algérie (**Kalli et al.,2018**).

Depuis, l'ONIL du lait a établi un cahier des charges internationales pour la dotation de l'industrie laitière nationale en cette matière première d'autres pays notamment de l'Amérique du Nord et du Sud ainsi que de la Nouvelle Zélande.

Notre travail réalisé permettra de reconnaître selon les types de poudres de lait disponibles et la nomenclature réglementaire ; leurs propriétés physico-chimiques et orienter selon leur aptitude technologique leur utilisation et leur affectation dans la transformation laitière : souci actuel majeur des industriels .Pour ce faire un cahier de charge définira les critères de choix et d'affectation des poudres de lait dans la transformation laitière.

L'objectif de notre travail est de vérifier efficacement la conformité à la transformation des poudres de laits utilisées au niveau des laiteries et plus précisément celle de la filiale GIPLAIT Mostaganem, et pour répondre à la problématique notée comme suit :

## Introduction

---

Connaitre selon les types des poudres de lait disponibles et la nomenclature réglementaire : leurs propriétés physico-chimiques et orienter selon leur aptitude technologique leur utilisation et leur affectation dans la transformation laitière : souci actuel majeur des industriels

Ce mémoire a été scindé en trois parties :

La 1<sup>ère</sup> partie est une exploitation bibliographique qui donne un aperçu général sur les poudres de lait, et leur aptitude à la transformation sur un aspect physico-chimique

La 2<sup>ème</sup> partie est destinée à l'étude expérimentale qui traitera par des analyses physico-chimiques les différents échantillons et lots de poudre de lait disponibles au niveau de la transformation suivi d'une interprétation et discussion des résultats obtenus avec des perspectives pour une meilleure affectation –utilisation des poudres de lait.

La 3<sup>ème</sup> partie est la conclusion à notre étude établie.

## 1. Définition

### 1.1 Définition générale

Les laits en poudre sont des produits résultant de l'élimination partielle de l'eau du lait et l'évaporation autant que possible de sorte que l'eau est perdue et le lait devient une poudre.

D'autre part c'est le produit provenant de la dessiccation du lait entier ou du lait écrémé ou du lait partiellement écrémé propre à la consommation humaine, lorsque il est additionné du sucre (saccharose) dans une proportion conforme aux usages la mention « sucre » est portée sur l'étiquette ou le récipient toute fois l'expression « en poudre » peut être remplacée par le mot sec suivi ou non d'une mention indiquant le mode de présentation (poudre, granules, paillettes...)(**Arie F.,2012**) .

Le lait en poudre est constitué de lait déshydraté (déshydratation désigne, de manière générale, la perte de l'eau d'un corps. Dans le domaine scientifique, des termes plus précis sont employés, selon le degré de déshydratation (partielle, totale voire anhydre), selon les méthodes employées (séchage par évaporation lyophilisation par sublimation, etc) ou selon les domaines)( **wikipédia,2020**).

[https://fr.wikipedia.org/wiki/Lait\\_en\\_poudre](https://fr.wikipedia.org/wiki/Lait_en_poudre) [consulté le26/03/2020].

### 1.2 Définition réglementaire

Le « lait sec » est le produit obtenu par suite de la dessiccation d'un lait propre à la consommation humaine (entier, partiellement ou totalement écrémé, additionné ou non de saccharose). Le produit obtenu ne doit pas avoir un taux d'humidité supérieur à 4 % (**Eckhoutte M.,1995**).

Aux termes de la norme FAO 2018, on distingue trois catégories de lait en poudre, entier, partiellement écrémé et totalement écrémé dont la composition est donnée sur le Tableau 01. Selon cette norme, ils peuvent recevoir des additifs alimentaires (stabilisants, émulsifiants, antiagglomérants) dans certaines conditions.

Le tableau 01, représente la Composition des trois différents types de laits en poudre.

**Tableau 01** : Composition des laits en poudre (en %) (FAO, 2008).

Composants	Lait en poudre entier	Lait en poudre demi-écrémé	Lait en poudre écrémé
Matières grasses	26- 40	1.5- 26	≤ 1.5
Eau (maximum)	5	5	5

## 2. Caractéristiques des laits en poudre

### 2.1 Structure physique

Le lait en poudre est constitué de particules sphériques (de 75 à 150 microns) dont la structure est la suivante:

- une phase continue périphérique, amorphe imperméable, formée par le lactose et qui enveloppe les autres éléments du lait (matières grasses, matières protéiques) et des bulles d'air.

Cette structure est modifiée par:

- les procédés de dessiccation: le procédé de cylindre altère la structure, ce qui favorise la libération de matières grasses libres sensibles aux phénomènes d'oxydation.
- la teneur en eau : le lactose est hygroscopique; il devient perméable par Formation d'un réseau cristallin.

### 2.2 Composition chimique

Du point de vue chimique le lait est un aliment complet. La variation de cette composition nous permet de distinguer:

#### 2.2.1 Le lait en poudre entier

Lait déshydraté contenant, en poids, au moins 26% de matières grasses. La composition chimique de la poudre de lait entier est représentée dans le tableau 02

**Tableau 02:** Composition générale de la poudre de lait entier d'après (FAO\_Codex STAN 207-1999).

Composants	Le pourcentage (%)
Teneur en matière grasse	Minimale 26% et inférieur à 42% m/m
Teneur maximale en eau	5% m/m
Teneur minimale en protéines du lait dans l'extrait sec dégraissé	34% m/m

### 2.2.1 Le lait en poudre partiellement écrémé

Lait déshydraté dont la teneur en matières grasses est, en poids, supérieure à 1,5 % et inférieure à 26 % en termes de poids. La composition chimique de la poudre de lait partiellement écrémé est représentée dans le tableau 03.

**Tableau 03:** Composition générale de la poudre de lait partiellement écrémé d'après (FAO\_Codex STAN 207-1999).

Composants	Le pourcentage (%)
Teneur en matière grasse	Plus de 1.5% et moins de 26% m/m
Teneur maximale en eau	5% m/m
Teneur minimale en protéines du lait dans l'extrait sec dégraissé	34% m/m

### 2.2.2 Le lait en poudre écrémé

Lait déshydraté contenant, en poids, au maximum 1.5% de matières grasses. La composition chimique de la poudre de lait écrémé est représentée dans le tableau 04.

**Tableau 04:** Composition générale de la poudre de lait écrémé d'après(FAO\_Codex STAN 207-1999).

Composants	Le pourcentage (%)
Teneur en matière grasse	1.5% m/m
Teneur maximale en eau	5% m/m
Teneur minimale en protéines du lait dans l'extrait sec dégraissé	34% m/m

Les effets de la chaleur sur les constituants du lait permettent de classer les laits en poudre selon des indices. L'un des plus courants est l'indice des protéines solubles, le plus souvent désigné par les initiales anglaises WPNI. Elle est fondée sur la qualité de protéines de lactosérum non dénaturées et restées à l'état soluble après traitement thermique.

Cette quantité est exprimée en milligrammes d'azote par gramme de poudre.

Plus l'indice des protéines est élevé, plus faible a été la dénaturation, ce qui indique un traitement thermique du lait limité rendu possible par sa bonne qualité micro biologique.

**Tableau 05 :** Composition chimique des laits entiers (Hatmaker, Spray) et écrémés en poudre (Kon, 1995).

Constituants		Lait entier		Lait écrémé
		Hatmaker	Spray	
<b>Eau (%)</b>		3.0	3.0	3.0
<b>Protéines (%)</b>		25.0	25.0	36.0
<b>Matière grasse(%)</b>		27.5	27.5	1.0
<b>Glucide (%)</b>		37.5	37.5	50.5
<b>Calcium (%)</b>		0.91	0.91	1.26
<b>Vitamine A</b>	<b>Teneur (Ug/100g)</b>	383	383	13
	<b>Pertes (%)</b>	Néant	Néant	Néant
<b>Vitamine D</b>	<b>Teneur (Ug/100g)</b>	15	15	1
	<b>Pertes (%)</b>	Néant	Néant	Néant
<b>Vitamine C</b>	<b>Teneur (Ug/100g)</b>	11.0	13.0	17.5
	<b>Pertes (%)</b>	30	20	20

### 3. Classification des poudres de lait et techniques de production

#### 3.1 Les classes des poudres de lait

Les poudres sont classées selon l'intensité du traitement de déshydratation opéré et l'index de dénaturation des protéines du sérum: « Low Heat », « Medium Heat » et « High-Heat ». Le degré de dénaturation est exprimé par l'indice d'Azote protéique (LAP ou WPNI en anglais) en milligrammes de protéines sériques non dénaturées par gramme de poudre considérée (Philip M., 2006).

Les poudres de lait préparées avec un traitement thermique bas (Low Heat, WPNI égal ou supérieur à 6) contiennent une faible quantité de protéines dénaturées et sont utilisées dans des produits, où les propriétés de solubilité, de gélification et d'émulsion sont recherchées.

Les poudres de lait type « Médium Heat » (WPNI entre 1,5 et 5,9) possèdent une bonne capacité d'hydratation et d'activité de surface. Elles sont utilisées notamment dans les fabrications de crèmes glacées...Etc(**Castro-Morel . M et Harper W., 2003**).

Enfin, les poudres de lait « High-Heat » (WPNI inférieur à 1,5) sont hautement dénaturées et peu solubles. Ce type de poudre de lait trouve une utilisation dans les produits structurés (boulangerie, biscuiterie, et la confiserie) (**Castro-Morel M et Harper., 2003**).

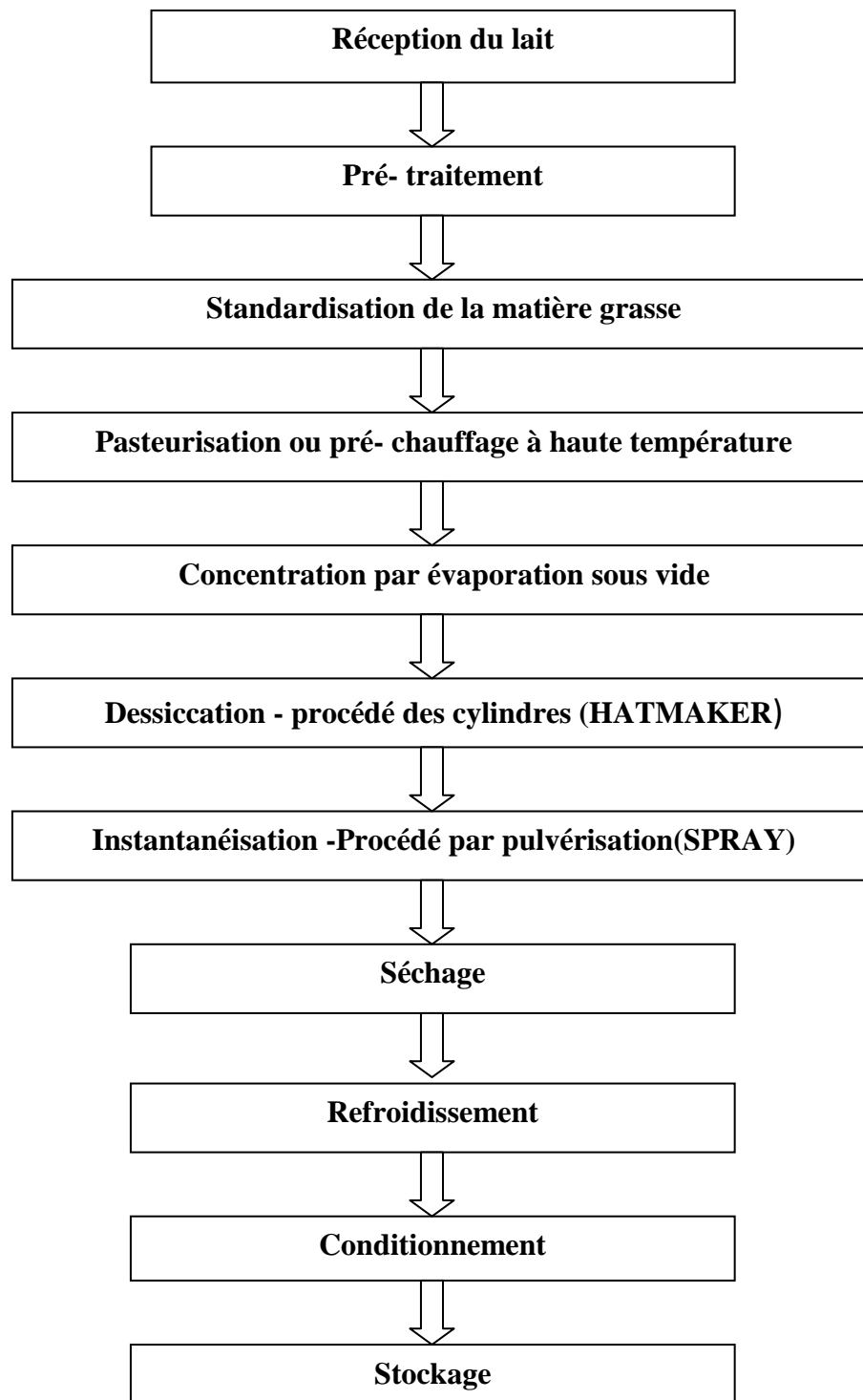
**Tableau 06:** Classification des poudres de lait écrémé selon le WPNI. (NiroAtomize, 1978 ; Alais, 1984 ; Amariglio, 1986 ; Pisecky, 1986 ; ADPI, 1990).

Classes	WPNI (mg d’N/g de poudre)
Faible température (Low heat)	$\geq 6.0$
Température moyenne (Medium heat)	4.5-5.99
Haute température à moyenne (High medium temperature)	1.51-4.49
Haute température (High-heat)	$\leq 1.5$

**WPNI** = Whey Protein Nitrogen Index (indice d'azote des protéines de lactosérum).

### 3.2 Technique de production

#### 3.2.1 Diagramme de fabrication



**Figure 1:**Diagramme de fabrication du lait en poudre (Toure O., 2001).

L'objectif de la fabrication du lait en poudre est d'éliminer l'eau comme il a été cité précédemment dans la définition de ce type de lait, pour freiner le développement microbien. Il existe deux méthodes classiques de fabrication de lait en poudre.

Toutes deux sont appliquées au lait préalablement concentré à 30 ou 50% d'extrait sec (Vignola C., 2002).

### **3.2.2 Les étapes de la fabrication des laits en poudre**

#### **3.2.2.1 Le séchage**

Le séchage industriel du lait est utilisé depuis le début du siècle. Le premier dispositif de séchage du lait fut celui à rouleaux ou à cylindres de Just et Hatmaker, breveté en 1902. Ce n'est que vers 1930 que s'est développé dans l'industrie le séchage par atomisation, même si un premier brevet concernant ce procédé fut déposé en 1865 par Larmont pour du séchage d'œuf. Un tel retard dans le développement du séchage par atomisation s'explique sans doute par le faible coût d'investissement et énergétique du séchage sur rouleaux. Après la deuxième guerre mondiale, étant donné que les installations de séchage sur rouleaux étaient d'une part insuffisantes pour sécher la totalité des excédents laitiers et qu'elles produisaient d'autre part des poudres de lait dont la qualité biochimiques et physiques ne correspondait pas aux exigences du marché, l'industrie laitière a développé de nombreux investissements en séchage par atomisation (Michel .M *et al.*, 2000).

### 3.2.2.1.1 Séchage sur cylindres ou procédé « HATMAKER »

L'appareil de séchage comporte deux cylindres rapprochés, chauffés intérieurement par de la vapeur (130-150°C) et tournant lentement en sens inverse (figure 2). Le lait tombe entre deux cylindres et se répartit uniformément sur leur surface. La dessiccation est rapide, le lait formant un film qui est détaché par un couteau racleur. La vapeur d'eau formée est aspirée par une hotte placée au-dessus des cylindres.

#### 3.2.2.1.1.1 Principe

Le séchage sur cylindres est un procédé de séchage par ébullition. Le flux thermique est transmis par une surface chaude en contact avec le produit. L'apport de la chaleur latente d'évaporation se fait par conduction au travers de la surface chauffée par de la vapeur (130 à 150°C) et du produit qui s'y trouve déposé.

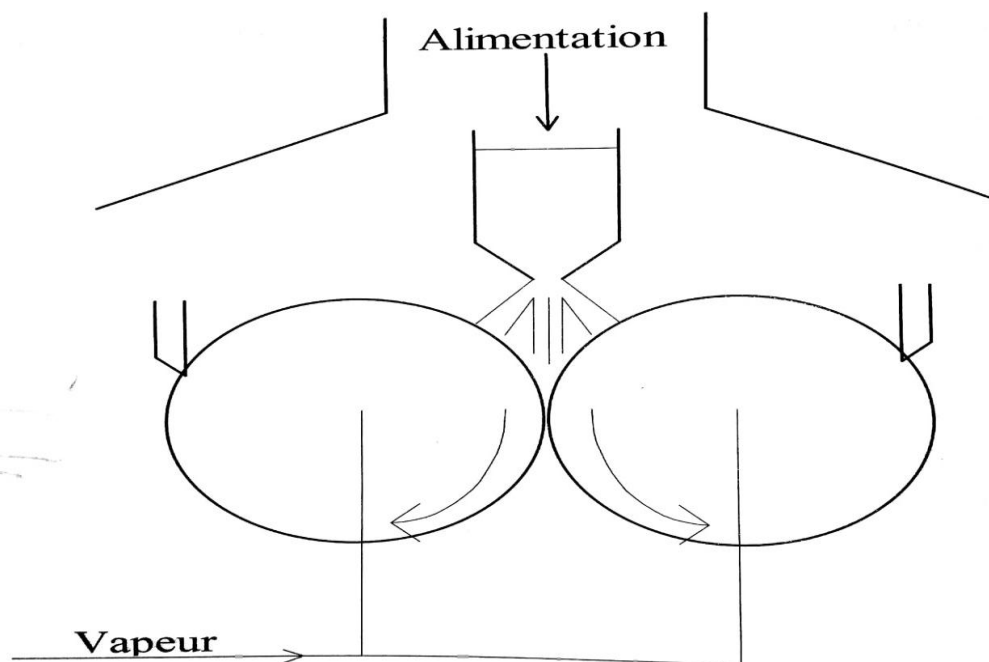


Figure 2 : Principe de séchage par le procédé des cylindres (Mafart, 1996).

Cet appareil présente plusieurs variantes, notamment en ce qui concerne le nombre des cylindres et l'alimentation en lait. Toutefois, le traitement thermique brutal auquel est toujours soumis le produit entraîne des modifications sensibles de la structure physico-chimique, qui font qu'on utilise de plus en plus, pour la préparation des laits en poudre de qualité, le procédé du brouillard. Les appareils à cylindres rendent encore de grands services dans la préparation de certaines poudres entrant dans les aliments du bétail ou à usage industriel (**Kon, 1995**).

#### **3.2.2.1.2 Séchage par pulvérisation du lait sec « SPRAY »**

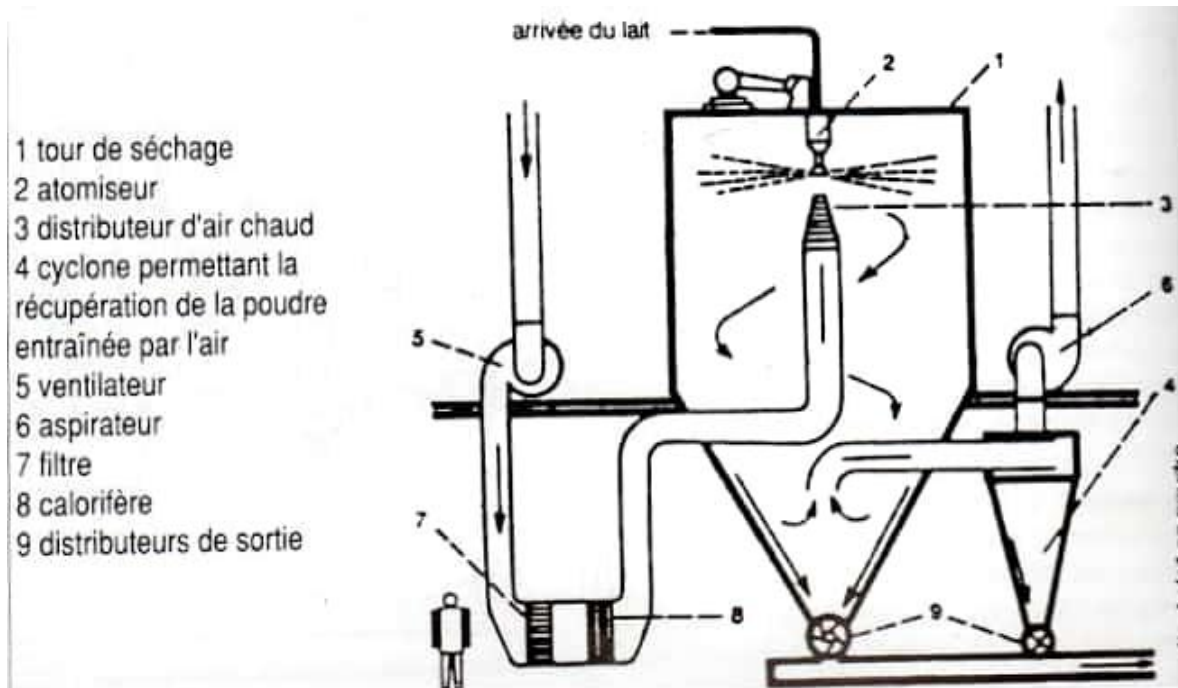
Le lait est préalablement concentré (par évaporation dans un concentrateur à film tombant à effets multiples le plus souvent) avant d'être séché dans une tour d'atomisation. Après cette étape, le lait concentré peut subir des traitements complémentaires (homogénéisation et traitements thermiques).

Le lait concentré (50 - 60% de MS) est introduit au sommet de la tour d'atomisation. Le lait est alors "atomisé" (transformé en aérosol ou brouillard) au moyen d'une turbine d'atomisation ou par injection à haute pression au travers de buses. Les petites gouttes liquides ainsi formées sont entraînées et déshydratées par un courant d'air chaud.

Les gouttelettes sont séchées en une poudre sèche avant de tomber sur les parois inférieures de l'appareil. La séparation poudre - air humide est obtenue à l'aide de séparateurs cyclones (figure 3).

##### **3.2.2.1.2.1 Principe**

Le séchage par pulvérisation, souvent appelé séchage par atomisation, est une technique de séchage particulière. Il consiste à pulvériser le produit à sécher (qui se présente sous forme liquide ou en suspension) dans un courant de gaz chaud de manière à obtenir une déshydratation rapide.



**Figure 3 :** Procédé par pulvérisation du lait sec (SPRAY) (Kon, 1995).

Dans le cas des aliments d'allaitement, il est important d'obtenir des poudres de lait très faciles à dissoudre (poudre instantanée). Pour cela la déshydratation dans la tour d'atomisation ne doit pas être totale (6 à 14% d'humidité résiduelle). Cette humidité résiduelle permet une agglomération limitée des particules qui conduit à la formation de granulés à structure poreuse.

La déshydratation est ensuite terminée dans des dispositifs complémentaires de type sécheurs à lit fluidisé. La poudre est ensuite refroidie (Kon 1995).

### 3.2.2.1.3 Différence entre les deux procédés

Par le procédé des cylindres, la poudre obtenue a une consistance en paillette, une couleur plus ou moins jaune, le lactose y est à l'état cristallin, la caramélisation et le brunissement non enzymatique sont avancées.

En ce qui concerne le procédé par pulvérisation, la poudre est moins jaune que la précédente et le lactose est amorphe (Kon 1995).

**Tableau 07:** Aperçu des propriétés physico-chimiques du lait en poudre (Kon, 1995).

Propriétés	Atomisations (SPRAY)	Cylindre(HATMAKER)
Structure des particules	Particules sphériques, inclusions d'air	Compacte, forme irrégulière, pas d'inclusions d'air
Surface des particules		
Dimension des particules	10-250 $\mu$ m	
Densité apparente [g/cm]	0.50-0.70	0.3-0.5
Solubilité, dénaturation	Dénaturation des protéines peu élevée →bonne solubilité	Taux de dénaturation élevé des protéines → mauvaise solubilité
Exigences relatives à la teneur en métaux lourds	Cuivre <105mg/kg Fer<10.0mg/kg	Idem
Teneur en oxygène résiduel des poudres contenant des matières grasses	≤0.01ml /g	02 ml /g
Brunissement dû à la réaction de Maillard	Peu marqué	Peu marqué

**A. Réglementation technologique référentielle****1. Législation poudre de lait**

Selon la législation des poudres de lait, on distingue une norme pour les laits en poudre (CODEX STAN 207-1999). Cette norme a remplacé les normes pour le lait entier en poudre, le lait partiellement écrémé en poudre et le lait écrémé en poudre.

**1.1 Champ d'application**

La présente norme s'applique aux laits en poudre destinés à la consommation directe ou à un traitement ultérieur, conformément aux définitions figurant à la Section 2 de la présente norme.

**1.2 Description**

Les laits en poudre sont des produits laitiers obtenus par élimination de l'eau contenue dans le lait d'un ruminant. La teneur en matière grasse et/ou en protéines du lait peut avoir été ajustée, uniquement pour satisfaire aux critères de composition énoncés à la Section 3 de la présente norme, par l'addition et/ou le retrait de constituants du lait, d'une manière telle que cela ne modifie pas le rapport protéines de lactosérum/caséine du lait.

**1.3 Facteurs essentiels de composition et de qualité****1.3.1 Matières premières : Lait**

Les produits du lait ci-après sont autorisés aux fins d'ajustement des protéines:

Retentât du lait Produit obtenu après concentration des protéines du lait par ultrafiltration du lait, du lait partiellement écrémé ou du lait écrémé; perméat du lait produit obtenu après élimination des protéines du lait et de la matière grasse laitière contenues dans le lait, le lait partiellement écrémé ou le lait écrémé par ultrafiltration; et Lactose .



**1.5 Hygiène**

Il est recommandé que les produits visés par les dispositions de la présente norme soient préparés et manipulés conformément aux sections appropriées du Principes généraux d'hygiène alimentaire (CAC/RCP 1-1969), du Code d'usages en matière d'hygiène pour le lait et les produits laitiers (CAC/RCP 57-2004) et des autres textes pertinents du Codex tels que les Codes d'usages en matière d'hygiène et les Codes d'usages. Les produits doivent satisfaire à tout critère microbiologique établi conformément aux Principes et directives pour l'établissement et l'application de critères microbiologiques relatifs aux aliments (CAC/GL 211997).

**1.6 Étiquetage**

Outre les dispositions de la Norme générale pour l'étiquetage des denrées alimentaires préemballées (CODEX STAN 1-1985) et la Norme générale pour l'utilisation de termes de laiterie (CODEX STAN 2061999), les dispositions spécifiques ci-après s'appliquent:

**a. Nom du produit**

Le nom du produit doit être:

- Lait écrémé en poudre.
- Le lait partiellement écrémé en poudre peut porter la désignation «lait demi-écrémé en poudre» à condition que la teneur en matière grasse laitière ne dépasse pas 16 % m/m et ne soit pas inférieure à 14 % m/m. Si la législation nationale l'autorise ou si le consommateur connaît le produit sous un autre nom dans le pays où il est vendu, le «lait entier en poudre» peut porter la désignation «lait non écrémé en poudre» et le lait écrémé en poudre peut porter la désignation «lait maigre en poudre».

### **b. Déclaration de la teneur en matière grasse laitière**

Si le consommateur risque d'être induit en erreur par son omission, la teneur en matière grasse laitière doit être déclarée d'une manière jugée acceptable dans le pays de vente au consommateur final, soit i) en pourcentage de la masse, soit ii) en grammes par ration, telle que quantifiée sur l'étiquette, à condition que le nombre de rations soit indiqué.

### **c. Déclaration de la teneur en protéines du lait**

La teneur en protéines du lait doit être déclarée d'une manière jugée acceptable dans le pays de vente au consommateur final, soit en pourcentage de la masse, soit en grammes par ration, telle que quantifiée sur l'étiquette, à condition que le nombre de rations soit indiqué, si l'absence d'une telle indication risque d'induire le consommateur en erreur.

### **d. Liste des ingrédients**

Nonobstant les dispositions de la Norme générale pour l'étiquetage des denrées alimentaires préemballées (CODEX STAN 1-1985), les produits laitiers utilisés seulement aux fins de l'ajustement de la teneur en protéines n'ont pas besoin d'être déclarés.

### **e. Étiquetage des récipients non destinés à la vente au détail**

Les renseignements requis à la Section 6 de la Norme générale pour l'étiquetage des denrées alimentaires préemballées (CODEX STAN 1-1985) et, au besoin, les instructions d'entreposage, doivent figurer soit sur le récipient, soit sur les documents d'accompagnement, exception faite du nom du produit, de l'identification du lot et du nom et adresse du fabricant ou de l'emballeur qui doivent être indiqués sur le récipient. Toutefois, l'identification du lot, et le nom et l'adresse du fabricant ou de l'emballeur peuvent être remplacés par une marque d'identification, à condition que cette dernière puisse être clairement identifiée à l'aide des documents d'accompagnement.

**1.7 Méthodes d'échantillonnage et d'analyse (CODEX STAN 234-1999).**

**1.7.1 Informations complémentaires**

Les informations complémentaires ci-dessous ne modifient en rien les dispositions des sections précédentes, qui sont essentielles pour l'identité du produit, l'utilisation du nom de l'aliment et la sécurité sanitaire de l'aliment.

**1.8 Autres facteurs de qualité :**

**Tableau 8 :** Les principales propriétés des poudres de lait (Pisecky 1981; Masters 1991).

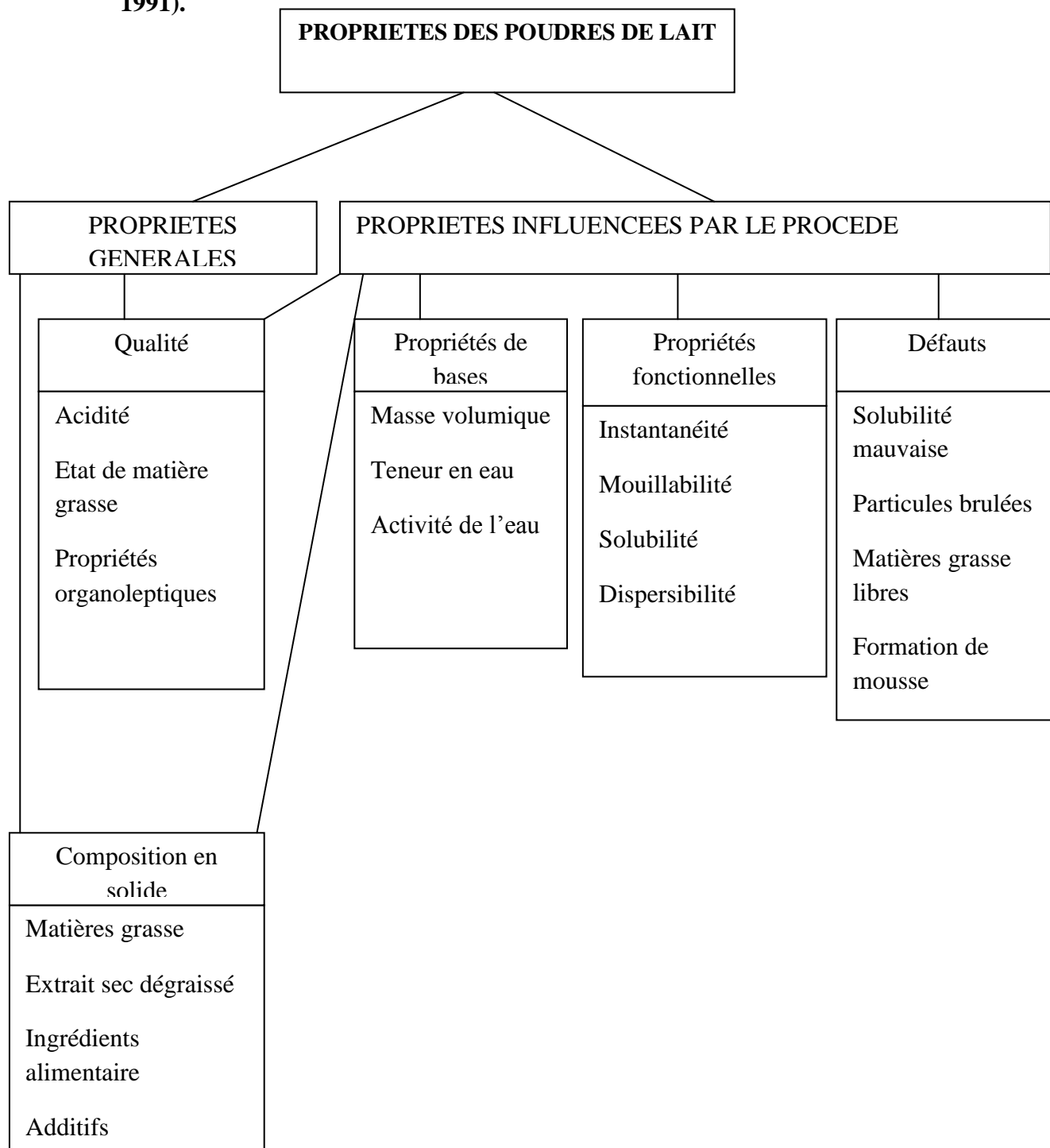
	Poudre de lait entier	Poudre de lait partiellement écrémé	Poudre de lait écrémé	Méthode
Acidité titrable °D Titration avec ( NaOH 0,1N) en présence de phénolphtaléine	max 18,0	max 18,0	max 18,0	Voir CODEX STAN 2341999
Particules brûlées	Disque étalon max B	Disque étalon max B	Disque étalon max B	Voir CODEX STAN 2341999
Indice de solubilité (ml)	max 1,0	max 1,0	max 1,0	Voir CODEX STAN 2341999

**B. Propriétés des poudres de lait**

**1. Qualité des poudres de lait**

La qualité des différentes poudres dépend de nombreux facteurs dont la qualité du produit avant séchage et les conditions de séchage proprement dite. Les principales propriétés des poudres laitières sont répertoriées dans le tableau 08.

**Figure 4:** Les principales propriétés des poudres de lait (Pisecky, 1981; Masters, 1991).



## 2. Propriétés biochimiques et physiques

Les qualités biochimiques et physicochimiques des poudres dépendent essentiellement des paramètres technologiques mises en œuvre pour la réalisation des poudres. Elles sont conditionnées par les teneurs en eau et l'activité d'eau ( $a_w$ ) (Michel M. *et al.*, 2000).

### a) Teneur en eau

La teneur en eau, ou humidité, d'une poudre de lait est définie par la perte de masse de ce produit soumis à la dessiccation ( $103 \pm 2^\circ\text{C}$ ) suivant le mode opératoire décrit par la norme Afnor NF V04-348 (1978) et est exprimée en pourcentage en masse.

La teneur en eau résiduelle maximale d'une poudre de lait écrémé doit être de 4% et celle d'une poudre de lait entier de 2.5%. Bien entendu, cette teneur peut différer selon le cahier des charges du client. (Thioune A., 2002).

### b) Activité de l'eau ( $a_w$ )

L'activité de l'eau notée  $A_w$  (de l'anglais « Activity of Water »), concept introduit par LEWIS et RANDALL (1923) permet de mesurer la disponibilité globale moyenne de l'eau et d'évaluer en quelque sorte sa potentialité d'agir.

La mesure de l' $A_w$  est un critère très intéressant, pour apprécier l'aptitude d'un produit au stockage, en particulier pour les aliments à humidité intermédiaire.

En supposant que la vapeur se comporte comme un gaz parfait, l' $A_w$  d'un produit alimentaire en équilibre thermodynamique s'identifie à l'humidité relative en équilibre (HRE) avec le produit, c'est-à-dire au rapport de la pression partielle de la vapeur d'eau ( $P_w$ ) en équilibre avec le produit, à la pression partielle de la vapeur d'eau saturante ( $P'_w$ ) à la même température  $T$ .

$$A_w = \frac{HRE}{100} = \frac{P_w}{P'_w}$$

HRE : Humidité Relative en Equilibre.

$P_w$  : Pression partielle de la vapeur d'eau.

$P'_w$  : Pression partielle de la vapeur d'eau saturante.

### 3. Propriétés fonctionnelles

#### a) Masse volumique

La masse volumique des poudres de lait est une propriété importante du point de vue économique, commercial et technologique. Une poudre à masse volumique élevée permet de réduire le coût de transport calculé en fonction du volume. La masse volumique a également des conséquences sur certaines propriétés fonctionnelles des poudres et en particulier sur les propriétés d'hydratation. La masse volumique ( $\text{kg/m}^3$ ) se détermine selon la norme afnor ISO8967 (1992).

La masse volumique des poudres lactières est une propriété complexe qui dépend de facteurs primaires tels que la masse volumique vraie ou absolue du produit, le taux d'air occlus dans chaque particule et teneur en air interstitiel entre chaque particule.

La masse volumique vraie ou absolue déterminée par la composition chimique de la poudre et dépend de la masse volumique vraie de chacun des constituants.

Le tableau 09 indique quelques valeurs de masse volumique vraie des principaux constituants des poudres lactières.

**Tableau 9** : Masse volumique vraie (Pisecky, 1980).

Constituants / poudres	Masse volumique vraie (20C°)
Poudre de lait entier à 28%de matière grasse	1.28
Extrait sec dégraissé du lait	1.52
Matière grasse butyrique	0.94
Phosphate de calcium	1.39
Lactose amorphe	1.52
Poudre de lactosérum	1.58
Poudre de lactosérum déminéralisé	1.52

#### 4. Propriétés d'hydratation

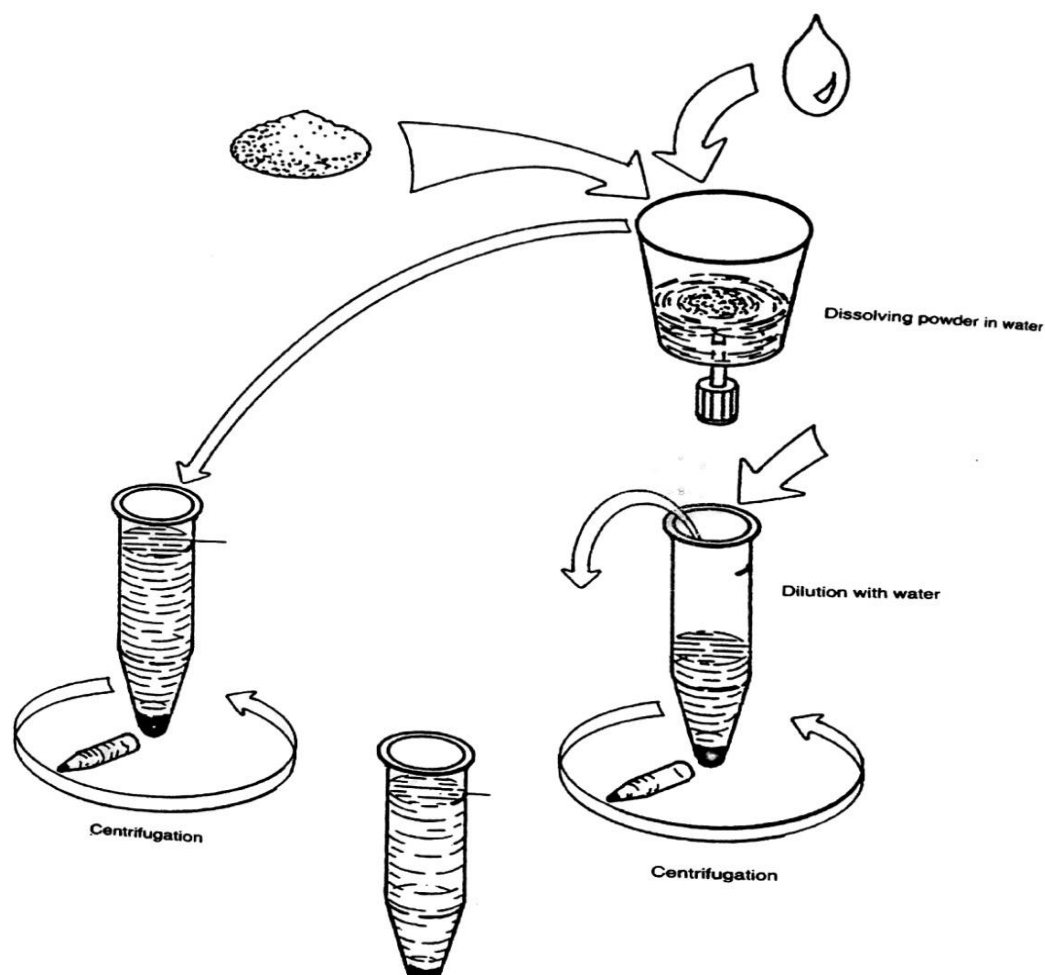
L'aptitude à la reconstitution du lait à partir d'une poudre dans de l'eau est une propriété essentielle pour les industriels utilisateurs d'ingrédients déshydratés en phase liquide. Cette propriété se caractérise essentiellement par trois indices de reconstitution qui sont la solubilité (IS), la dispersibilité (ID) et la mouillabilité (IM).

Ces propriétés dépendent d'une part, de la composition de la composition de la poudre et en particulier de l'affinité entre ces composants et l'eau et d'autre part, de l'accessibilité stérique de l'eau (porosité et capillarité) aux constituants de la poudre (Michel M. *et al.*, 2000).

##### a) Solubilité

La solubilité est un critère essentiel dans la contrôle de la qualité des poudres laitières destinées à être réincorporées en phase aqueuse. Elle permet de déterminer l'aptitude d'une poudre à se solubiliser dans des conditions préalablement définies. L'IS se mesure principalement selon la méthode de l'ADPI(1990). (Figure 5).

L'insoluble est défini comme étant le sédiment résultant de la centrifugation. Une poudre de lait est soluble si son IS est supérieur à 99% ou si la teneur en insoluble est inférieure à 1%.



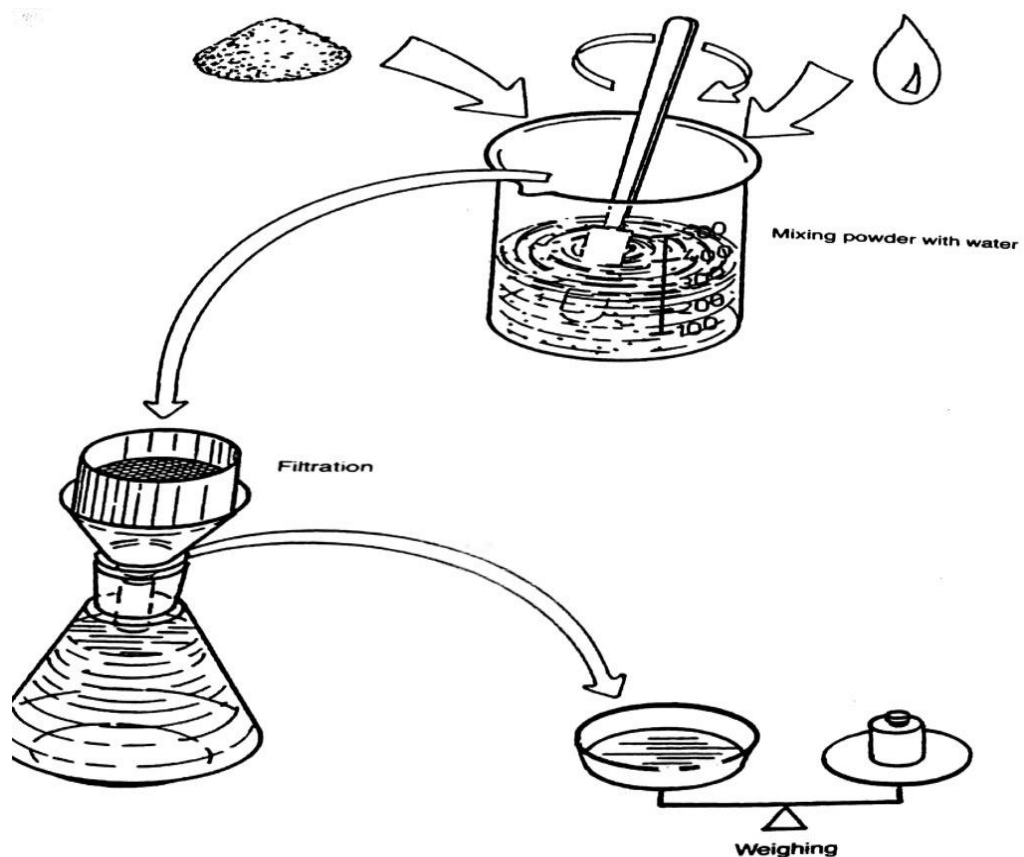
**Figure 5 :** Détermination de l'indice de solubilité (Westergaard , 1994).

Différents traitements thermiques se succèdent lors de préparation de poudres lactières. La plupart des insolubles mesurés sur des poudres lactières sont constitués de protéines solubles dénaturées ou de précipités de phosphate de calcium. Ainsi, tout traitement thermique du lait au cours de la fabrication du lait à réception, la concentration par ESV et le séchage par atomisation. De nombreux paramètres mis en œuvre lors du séchage par atomisation affectent considérablement la solubilité tels que :

- L'augmentation de la viscosité du concentré ;
- L'augmentation des températures de l'air d'entrée et de sortie ;
- La composition biochimique des poudres ;
- La structure des protéines ;
- La taille des particules ;
- Les conditions de reconstitution..

**b) Dispersibilité**

La dispersibilité d'une poudre dans l'eau représente son aptitude à se briser en particules pouvant passer à travers un tamis dont le diamètre des pores est défini préalablement. Les méthodes les plus utilisées sont celles décrites par l'ADPI (1990) (figure 6).



**Figure 6 :** Détermination de l'indice de dispersibilité (Westergaard , 1994).

D'après ces normes, une poudre de lait est dispersible si son ID est supérieur à 90% pour du lait écrémé et supérieur à 85% pour du lait entiers. Cependant, avec l'amélioration de la technologie du séchage par atomisation, on considère aujourd'hui qu'une poudre de lait est dispersible si son ID est supérieur à 95%.

Différents facteurs influencent la dispersibilité :

- La teneur en protéines ;
- La température de l'air de sortie ;
- Les conditions reconstitution.

### c) Mouillabilité

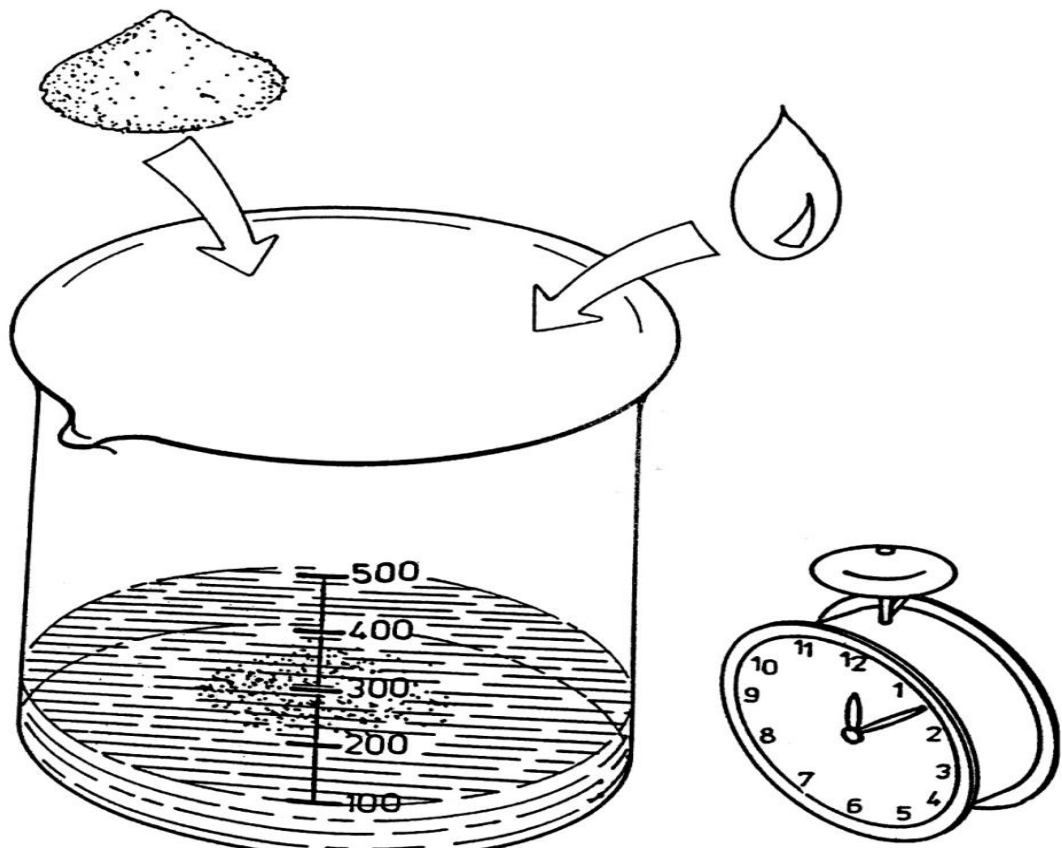
La mouillabilité reflète l'aptitude d'une poudre à s'immerger après avoir été déposée à la surface de l'eau. La mesure de cet indice se réalise généralement suivant la méthode décrite par NiroAtomizer (1979) (figure 6) qui consiste à mesurer le temps nécessaire à une certaine quantité de poudre à pénétrer dans l'eau à travers sa surface libre au repos. Une poudre est considérée mouillable si son IM est inférieur à 20 secondes.

Il faut également associer à la mouillabilité, l'aptitude au gonflement de la poudre. En effet, lorsqu'une poudre de protéines absorbe de l'eau, elle gonfle progressivement. Puis, la structure de la poudre disparaît lorsque les divers constituants, en particulier les protéines, sont solubilisés ou dispersés.

Parmi les facteurs influençant la mouillabilité, citons :

- La présence de grosses particules primaires et particules agglomérées ;
- La masse volumique de la poudre ;
- La présence de matières grasses à la surface des particules de poudre (matières grasses libres) ;
- Les conditions de reconstitution.

La plupart des normes sont définies pour caractériser des poudres de lait écrémé ou entier. Or, la diversification des produits industriels pulvérulents est tel que la mesure de ces trois indices pour une poudre devrait s'effectuer dans les mêmes conditions de reconstitution que l'utilisateur (EST, température, agitation, etc.).



**Figure 7 :** Détermination de l'indice de mouillabilité (Westergaard , 1994).

## 1/ Matériel

### 1.1 Lieu

Les analyses physico-chimiques se sont déroulées au niveau du laboratoire de l'unité de production « laiterie du littoral de Mostaganem » filiale GIPLAIT

### 1.2 Matière première

Deux marques de lait en poudre, du fournisseur AGROPUR 0% et AGROPUR 26%, en sacs de 25 kgs ont été utilisées pour notre démarche expérimentale dont les caractéristiques techniques sont présentées en annexes)



**Figure8** : Sac de poudre de lait Marque AGROPUR.

### 1.3 Matériel de laboratoire

C'est le matériel classique que l'on trouve dans chaque laboratoire d'une laiterie se rapportant au contrôle et l'agrégage des matières premières, des produits intermédiaires et des produits finis.

- Etuve de dessiccation.
- Appareil Kjeldahl.
- pH mètre de paillasse HANNA (HI-2210).
- Burette de titrage.

- Appareil de distillation.
- Centrifugeuse GERBER.

## 2 / Méthodes

### 2.1 Echantillonnage

Les méthodes employées répondent au protocole utilisé pour la prise d'échantillon des denrées alimentaires laitières conditionnées : selon la méthode F.I.L ; la référence ISO 707/ F.I.L octobre 2018 (Recueil des normes définies pour les analyses microbiologiques et chimique des laits, produits laitiers et des laits en poudre ) , selon le JORA « Journal Officiel de la République Algérienne N°39 du 02/07/2017 et selon la norme F.A.O pour les laits en poudre CODEX STAN 207-1999 » Pour obtenir un échantillon représentatif, 100 échantillons de 100 grammes pour chaque marque de lait (AGROPUR 0% et AGROPUR 26%) ont été prélevés et fermés dans des sachets hermétiques pour éviter tout contact avec l'atmosphère.

### 2.2 Contrôle du conditionnement

Pour vérifier si la norme ISO 707 de la F.I.L et la déclaration du fournisseur sur l'étiquetage du sac sont bien respectés, nous avons inspecté les mentions obligatoires et facultatives sur l'emballage et en même temps nous avons établi des pesées des sacs de la poudre de lait pour s'assurer de la conformité des poids nets déclarés.

### 2.3 Analyses physico-chimiques

#### 2.3.1 Détermination de la teneur en eau

La détermination de la teneur en eau a été réalisée selon la norme F.I.L ISO 707

##### 2.3.1.1 Définition

La teneur en eau ou humidité est la quantité de vapeur que contient un corps.

##### 2.3.1.3 Principe

Dessiccation à 103+/- 2°C d'une quantité déterminée de poudre de lait jusqu'à obtention d'une masse constante.

**2.3.1.3 Mode opératoire****2.3.1.3.1 Préparation de l'échantillon**

Une prise d'essai de 2 g a été mélangée soigneusement en la secouant à plusieurs reprises et en évitant dans la mesure du possible, de l'exposer à l'air ambiant, afin de réduire au maximum la modification de sa teneur en eau.

**2.3.1.3.2 Dosage de la teneur en eau**

La prise d'essai placée dans une capsule est mise dans l'étuve pendant 3 heures. Après refroidissement de la capsule dans le dessiccateur pendant 30 minutes, une pesée à 0,1 mg près a été effectuée.

Pour la fiabilité des résultats, trois déterminations ont été effectuées sur le même échantillon.

**2.3.1.3.3 Expression des résultats**

La teneur en eau, exprimée en pourcentage en masse de produit, est donnée par la formule suivante :  $(m_1 - m_2) \times 100 / (m_1 - m_0)$

$m_0$  est la masse, en grammes, de la capsule vide.

$m_1$  est la masse, en grammes, de la capsule et la prise d'essai avant dessiccation.

$m_2$  est la masse, en grammes, de la capsule et la prise d'essai après dessiccation.

Pour les résultats : prendre la moyenne des trois déterminations.

**2.3.2 Détermination de l'acidité titrable**

La détermination de l'acidité titrable est réalisée selon la norme F.I.L ISO 707

**2.3.2.1 Définition**

L'acidité du lait est la somme de l'acidité des composants d'une matière organique (le lait) qui sont : la caséine, les substances minérales et les acides organiques, les réactions secondaires des phosphates, de l'acide lactique et des autres acides organiques résultants de l'activité microbienne. Elle est déterminée par titrage de l'acide lactique.

**2.3.2.2 Principe**

L'acidité titrable se fait par titrage avec une solution alcaline en présence de phénolphtaléine.

**2.3.2.3 Réactifs**

Hydroxyde de sodium, solution titrée à 0,1 mol/l.

Phénolphtaléine, solution alcoolique à 1 g pour 100 ml.

**2.3.2.4 Mode opératoire**

Dans un bécher de 100 ml, peser 2 +/- 0,002 g de l'échantillon de poudre de lait, on ajoute lentement 20 ml d'eau distillée (à 35-40°C), en agitant le bécher. A l'aide d'une baguette en verre on mélange l'échantillon jusqu'à complète dispersion. On Laisse refroidir pendant une dizaine de minutes et on ajoute 0,3 ml de l'indicateur coloré.

Le titrage se fait à l'aide d'une solution sodique jusqu'au virage au rose, faiblement perceptible par comparaison avec un témoin .On considère que le virage est atteint lorsque la coloration rose persiste pendant une dizaine de secondes.

**2.3.2.5 Expression des résultats**

Il faut tenir en compte que 1ml de solution titrée correspond à 0,01 g d'acide lactique.

L'acidité titrable, exprimée en grammes d'acide lactique pour 100 g d'échantillon, est donnée par la formule :

$$0,01 \text{ g} \times V \times 100/2 = V/2$$

Où :

V représente le volume en millilitres de solution sodique à 0,111 ml/l utilisé pour le titrage.

Prendre comme résultat la moyenne de deux déterminations

Ce résultat est traduit en degré Dornic (°D) : 1°D = 0,1 grammes d'acide lactique dans 100g de poudre de lait.

## 2.3.3 Mesure du pH

Pour la mesure du pH la norme d'analyse, F.I.L ISO 707, a été utilisée

### 2.3.3.1 Définition

Le pH traduit la concentration en ions hydrogènes .Pour le lait normal, il est compris entre 6,6 et 6,8.

La légère acidité ainsi observée est due à la présence des anions phosphoriques et citriques ainsi que de la caséine.

### 2.3.3.2 Principe

Pour se faire on doit disperser du lait en poudre dans de l'eau distillée. La mesure directe du pH se fait à l'aide d'un pH-mètre sur la solution obtenue.

### 2.3.3.3 Réactifs

Les réactifs doivent être de qualité analytique conforme, l'eau distillée pour leur préparation doit être de l'eau récemment distillée et conservée à l'abri du dioxyde de carbone.

Solution tampon de référence à pH 7,00

Solution tampon de référence à pH connu au second décimal près, compris entre 4 et 5.

### 2.3.3.4 Mode opératoire

Dans un bécher, peser 3 +/- 0,03 g de l'échantillon, on doit ajouter 30 ml d'eau récemment bouillie et refroidie, bien mélanger à l'aide d'une baguette en verre jusqu'à complète dispersion de la prise d'essai .La prise d'échantillon dispersée dans l'eau est placée dans le réfrigérateur pendant 3 à 4 heures.

A la sortie du réfrigérateur, on plonge l'électrode dans le liquide et on effectue la mesure potentiométrique à 20°C +/- 2°C en agitant le contenu du bécher .La lecture se fait directement sur l'écran du pH mètre. Les résultats sont exprimés en unité de pH , à la température de 20°C .

Pour la fiabilité des résultats on doit prendre la moyenne de deux déterminations.

### 2.3.4 Détermination de la solubilité –dispersibilité-mouillabilité

La détermination de la solubilité –dispersibilité-mouillabilité a été établie selon la norme F.I.L ISO 707.

#### 2.3.4.1 Définition

La solubilité –dispersibilité-mouillabilité est la capacité qu'à une substance de se dissoudre dans une autre.

#### 2.3.4.2 Principe

Le principe de cette analyse commence par une dilution d'une prise d'essai de l'échantillon de poudre de lait, puis par une centrifugation, un lavage puis une pesée du sédiment.

#### 2.3.4.3 Mode opératoire

On commence par la pesée, à 1 mg près, dans un tube cylindro-conique préalablement séché à l'étuve puis refroidi dans le dessiccateur.

Ensuite, dans une fiole, on introduit 2,5 g d'échantillon et on ajoute 17,5 ml d'eau distillée (à la température de 20 à 25°C).

On bouche la fiole et on secoue pendant 30 minutes. Le contenu obtenu est versé dans un tube de centrifugation. L'opération de centrifugation se fait pendant 10 minutes puis on extrait le liquide surnageant en s'aidant d'une pipette et en évitant d'entraîner la pellicule superficielle (on arrête l'aspiration à 5-6 mm au-dessus du sédiment).

On place le tube à l'étuve pendant 5 heures en l'inclinant vers l'horizontal. Enfin on laisse refroidir dans le dessiccateur avant de peser.

#### 2.3.4.4 Expression des résultats

La solubilité-dispersibilité d'un lait en poudre est donnée par la formule suivante :

$$100 \left( \frac{m_1 - m_0}{2,5} \right)$$

Où :

$m_1$  représente la masse, en grammes, du tube cylindro-conique et de son contenu après l'opération.

$m_0$  représente la masse, en grammes, du tube cylindro-conique vide.

Résultat : Pour une fiabilité du résultat on doit prendre la moyenne de deux déterminations.

### **2.3.5 Détermination de la teneur en matière grasse**

Le dosage de la matière grasse a été faite selon la norme F.I.L ISO 707

#### **2.3.5.1 Définition**

De point de vue physique, la matière grasse du lait se présente sous forme de globules gras de 10 à 15 micromètres de diamètre.

De point de vue chimique, il s'agit d'esters d'alcool pouvant être subdivisé en lipides simples et en lipides complexes .Les lipides simples sont les glycérides à acides gras saturés et insaturés. Les lipides complexes comprennent essentiellement les phospholipides.

#### **2.3.5.2 Principe**

Cette détermination se fait par attaque par l'acide chlorhydrique, séparation de l'insoluble par filtration suivie d'un séchage et d'une extraction de cet insoluble par l'hexane puis évaporation du solvant et pesée du résidu.

#### **2.3.5.3 Réactifs**

- Acide chlorhydrique à 25%.
- n-Hexane

### 2.3.5.4 Mode opératoire

On prend un ballon à fond plat, puis on introduit 1 g d'échantillon de poudre de lait. Ensuite on ajoute 10 ml d'eau distillée et 20 ml d'acide chlorhydrique.

Mélanger le contenu jusqu'à dispersion complète, puis mettre à l'ébullition en adaptant le ballon à un réfrigérant pour éviter l'évaporation de l'acide et de l'eau pendant 30 à 35 minutes en agitant de temps en temps. Cette étape s'appelle l'attaque chlorhydrique.

Nous disposons dans un entonnoir deux filtres plats emboîtés de manière à répartir uniformément les couches de papier en mouillant les filtres avec de l'eau. On filtre le contenu chaud du ballon.

Puis, nous lavons le ballon et les filtres à l'eau bouillante jusqu'à neutralité des dernières eaux de lavage (250 ml à 400 ml). Vérifier en mettant quelques gouttes de  $\text{AgNO}_3$ .

Ensuite, laisser égoutter les filtres, puis les sécher complètement soit à l'air libre, soit à l'étuve. On décolle les filtres et les introduit dans la cartouche d'extraction. Cette étape s'appelle la filtration.

On pèse à 1 mg près un gobelet en aluminium préalablement séché à l'étuve et refroidi au dessiccateur.

On met en marche le système de chauffage préalablement réglé à 120°C.

Ensuite on met à l'aide d'une éprouvette 50 ml de n-hexane dans le gobelet déjà taré ; adapter la cartouche ; puis insérer le gobelet pour enfin plonger la cartouche dans l'hexane.

Est Laissé épuiser totalement les lipides pendant 30 à 40 minutes en position basse (cartouche plongée dans l'hexane). Est mettre la cartouche en position haute pendant 15 minutes (rinçage).

Par l'évaporation l'hexane du gobelet par barbotage d'air chaud. On retire le gobelet et le porter à l'étuve à 105°C pendant 30 minutes, puis le faire sortir en le mettant dans le dessiccateur avant de le peser à nouveau.

#### **2.3.5.5 Expression des résultats :**

La teneur en matière grasse est donnée comme suit :

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

Où :

$m_0$  est la masse en grammes du gobelet vide.

$m_1$  est la masse en grammes du même gobelet contenant la matière grasse.

$m$  est la masse en grammes de la prise d'essai.

Résultat : Prendre comme résultat la moyenne de deux déterminations.

#### **2.3.6 Détermination de la teneur en azote total (protéines)**

La détermination de la teneur en azote totale est effectuée par la méthode de Kjeldahl, elle consiste en une minéralisation de l'échantillon de poudre de lait par chauffage en présence d'un mélange d'acide sulfurique concentré, de sulfate de potassium et de sulfate de cuivre, utilisés comme catalyseurs pour convertir l'azote organique de l'échantillon en sulfate d'ammonium.

Le produit de la réaction est additionné de la soude pour libérer de l'ammoniac qui sera titré par une solution d'acide chlorhydrique en présence d'acide borique.

**2.3.6.1 Minéralisation**

Une prise d'essai de 1 g de poudre de lait est pesée dans un tube en verre appelé matras, ensuite, 0,5 g de sulfate de potassium (K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), 0,5 g de sulfate de cuivre (CuSO<sub>4</sub>) et 15 ml d'acide sulfurique (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 0,2 N) ont ajoutés à l'échantillon, ensuite le matras est placé dans l'appareil de Kjeldahl à une température de 400°C pendant 1h30min.

**2.3.6.2 Distillation et dosage de l'azote total**

Le matras est refroidi à température ambiante, puis son contenu est dilué avec 75 ml d'eau distillée qui servent en même temps à rincer les parois du matras. Ensuite, ce dernier est raccordé à l'appareil de distillation où 60 ml (3x20ml) de l'hydroxyde de sodium à 30% sont ajoutés à l'échantillon. L'ammoniac produit (suite à l'ajout de la solution de NaOH), est capté avec 25 ml d'acide borique (H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>) qui vire du rose au vert. L'ammoniaque contenu dans la solution d'acide borique est titré avec une solution d'acide sulfurique à 0,1N jusqu'à obtention de la couleur de départ de l'acide borique (rose).

L'azote total de l'échantillon est obtenu par la formule suivante :

$$\text{Azote total en\%} = \frac{(\text{Cb} - 0,1) \times \text{N} \times 14}{\text{Pe}} \times \frac{100}{1000}$$

**Cb** : Chute de la burette (ml).

**N** : Normalité de l'acide sulfurique (solution de titration).

**14** : Masse équivalente de l'azote.

**Pe**: Masse de la prise d'essai (g).

La quantité des protéines totales est obtenue par la formule suivante :

$$\text{Azote totale en \%} \times F$$

F : facteur de conversion de l'azote en protéines = 6,38

### **2.4 Analyses statistiques**

Le logiciel SYSTAT SOFTWARE MYSTAT 12 a été utilisé pour l'analyse statistique des résultats obtenus. Des études statistiques descriptives ont permis d'avoir des résultats sous forme de moyennes, d'écart-types, de minima, de maxima et de coefficients de variation.

L'étude de la similarité des moyennes obtenues pour les deux types de poudre de lait dans chaque type d'analyse physico-chimique ou chimique a été rendue possible grâce à l'utilisation d'un test statistique trouvé dans ce logiciel SYSTAT SOFTWARE MYSTAT 12. Le seuil de signification statistique est estimé à 5%.

Deux moyennes sont similaires si la probabilité de similarité de ces deux moyennes est supérieure à ce seuil.

**1/ Contrôle du conditionnement**

Le contrôle du conditionnement a été établi par l'agrégé des sacs de poudre de lait des 02 marques disponible chez le transformateur « laiterie du littoral Mostaganem » et défini sur le tableau 10

**Tableau 10 :** Contrôle de la conformité de l'étiquetage.

Mentions		AGROPUR 26%	AGROPUR 0%
Obligatoires	Nom du produit	I	I
	Nom et adresse du fabricant	I	I
	Poids net	I	I
	Date de fabrication	I	I
	Date de péremption	I	I
	Traitement thermique	I	I
	Numéro de lot	I	I
	Teneur en eau	I	I
	Matière grasse	I	I
	Matière protéique	I	I
Facultatives	Marque	I	I
	Code à barre	N.I	N.I
	Importateur	I	I

**I :** Indiqué

**N.I :** Non indiqué

La moyenne des poids net obtenue de cette agrégé est définie sur le tableau 11

**Tableau 11 :** Poids net des sacs de poudre de lait.

Poids net	$P \leq 24,7$	$24,7 \leq P \leq 25$	$P > 25$
AGROPUR 0%	12%	88%	0%

Poids net	$P \leq 24,88$	$24,88 \leq P \leq 25$	$P > 25$
AGROPUR 26%	27%	73%	0%

## 2/ Qualité physico-chimique des poudres de lait

L'ensemble des résultats des analyses physico-chimiques entamées sont portés sur les tableaux 12 et 13

**Tableau 12 :** Qualité physico-chimique de la poudre de lait AGROPUR 26%

	Humidité%	Solubilité%	M.G%	M.P%	pH	Acidité %
Nombre d'échantillons	100	100	100	100	100	100
Minimum	2,38	98,7	25,7	2,65	6,58	14,8
Maximum	3,6	99,8	26,3	2,83	6,72	15,7
Moyenne	2,8	99,2	26	2,72	6,63	15,2
Ecart-type	0,406	0,166	0,3	0,06	0,05	0,6
Coefficient de variation	0,116	0,001	0,01	0,008	0,007	0,063

**Tableau 13 :** Qualité physico-chimique de la poudre de lait AGROPUR 0%.

	Humidité%	Solubilité%	M.G%	M.P%	pH	Acidité %
Nombre d'échantillons	100	100	100	100	100	100
Minimum	2,97	99,45	1,95	2,87	6,52	14,75
Maximum	4,05	99,99	3	3,1	6,73	15,85
Moyenne	3,65	99,70	2,5	2,94	6,65	15,25
Ecart-type	0,310	0,183	0,36	0,076	0,045	0,552
Coefficient de variation	0,092	0,002	0,013	0,012	0,006	0,057

**3/ Etude comparative de la qualité des poudres de lait**

L'étude comparative des résultats des analyses physico-chimiques est portée par ordre sur les tableaux 14, 15, 16, 17, 18 et 19 .

**Tableau 14 :** Taux d'humidité des échantillons de poudre de lait.

Type	Nombre d'échantillons	Moyenne des résultats	Norme F.I.L ISO 707	Ecart-type	Signification
AGROPUR 26%	100	2,8	4	0,406	0,09
AGROPUR 0%	100	3,4	3,5	0,305	0,06

Pas de différence significative ( $P > 0,05$ )

**Tableau 15 :** pH des échantillons de poudre de lait.

Type	Nombre d'échantillons	Moyenne des résultats	Norme F.I.L ISO 707	Ecart-type	Signification
AGROPUR 26%	100	6,63	6,6-6,8	0,05	0,077
AGROPUR 0%	100	6,65	6,6-6,8	0,046	0,07

Pas de différence significative ( $P > 0,05$ )

**Tableau 16 :** Acidité Dornic des échantillons de poudre de lait.

Type	Nombre d'échantillons	Moyenne des résultats	Norme F.I.L ISO 707	Ecart-type	Signification
AGROPUR 26%	100	15,2	Maxi 15	0,6	0,205
AGROPUR 0%	100	15,25	Maxi 16	0,527	0,180

Pas de différence significative ( $P > 0,05$ )

**Tableau 17 :** Solubilité-dispersibilité-mouillabilité des échantillons de poudre de lait.

Type	Nombre d'échantillons	Moyenne des résultats	Norme F.I.L ISO 707	Ecart-type	Signification
AGROPUR 26%	100	99,2	98,7-99,9	0,166	0,064
AGROPUR 0%	100	99,7	98,7-99,9	0,183	0,07

Pas de différence significative ( $P>0,05$ )

**Tableau 18 :** Taux de matière grasse des échantillons de poudre de lait.

Type	Nombre d'échantillons	Moyenne des résultats	Norme F.I.L ISO 707	Ecart-type	Signification
AGROPUR 26%	100	26	25,8-26	0,3	0,534
AGROPUR 0%	100	2,5	1,5-3	0,36	0,640

Pas de différence significative ( $P>0,05$ )

**Tableau 19 :** Taux protéique des échantillons de poudre de lait.

Type	Nombre d'échantillons	Moyenne des résultats	Norme F.I.L ISO 707	Ecart-type	Signification
AGROPUR 26%	100	2,72	2,7-3	0,06	0,092
AGROPUR 0%	100	2,94	2,85-3,2	0,076	0,116

Pas de différence significative ( $P>0,05$ )

**1/ Conformité du conditionnement****1.1 Etiquetage**

Le conditionnement des sacs de poudre de lait avec son étiquetage est un critère essentiel à la validation de leur qualité marchande.

Toutes les mentions obligatoires exigées par la norme F.I .L sont retrouvées sur l'étiquetage des sacs de poudre de lait soit des 02 types AGROPUR 26% et AGROPUR 0% (voir tableau 10).

**1.2 Le poids net**

Le poids net réalisé sur 100 sacs de chaque type de poudre de lait révèle une conformité et une tolérance très acceptable à la norme FIL :

(Norme de tolérance : maximum 80% du lot à  $24,7 \text{ kg/sac} \leq P \leq 25 \text{ kg/sac}$ )

**2/ Qualité physico-chimique des poudres de lait**

L'analyse des 200 échantillons de lait en poudre, 100 échantillons pour chaque type, a donné des résultats satisfaisants sur les caractéristiques physico-chimiques.

Les caractères physico-chimiques étudiés et fixés par la norme sont respectés au niveau des deux types AGROPUR 26% et AGROPUR 0% .Seule l'humidité est légèrement dépassée pour la poudre de lait 0% AGROPUR 0%.

**2.1 Le pH**

La moyenne obtenue pour les échantillons AGROPUR 26% est de 6,63 avec un écart type de 0,05, un minimum de 6,58 et un maximum de 6,72 .C'est un pH qui se trouve dans la marge tolérée par les normes.

Pour les échantillons AGROPUR 0% les résultats obtenus sont aussi proches de la neutralité avec une moyenne de 6,65 un minimum 6,52 de et un maximum de 6,73.

La norme se trouve entre 6,6 et 6,8.

### **2.2 L'acidité Dornic**

L'acidité Dornic est respectée car aucune des valeurs n'a atteint la valeur maximale fixée par la norme qui est fixée à 15°D pour la poudre de lait 26% et à 16°D pour la poudre de lait 0% ; avec respectivement des moyennes de 15,2 et de 15,25 °D , des écarts-type de 0,527 à 0,6 , des minimums de 14,75 à 14,8 °D et des maximums de 15,7 à 15,85°D pour les échantillons de poudre de lait AGROPUR26% et AGROPUR 0% .Ces valeurs d'acidité obtenue témoignent de la bonne qualité des laits crus utilisés dans la production de ces poudres de lait. L'excès d'acide lactique est du à une qualité hygiénique initiale non acceptable entraînant la prolifération microbienne et l'altération des laits par une production d'acide lactique .L'excès de l'acide lactique dans une poudre de lait servant à la transformation laitière sera à l'origine d'une instabilité au traitement thermique et à des déperditions de la qualité fonctionnels des produits laitiers fabriqués.

### **2.3 L'humidité**

Au cours des analyses effectués, les moyennes obtenues sont respectivement de 2,8 % et 3,65% respectivement pour les échantillons de poudre de lait AGROPUR 26% et AGROPUR 0%.

La norme tolérable de l'humidité est fixée à une limite de 3,5 % pour la poudre de lait 0% et à un maximum de 4 % pour la poudre de lait 26%.

La majeure partie des résultats se trouve entre 2,38 % et 3,6% pour la poudre de lait 26% AGROPUR 26% et entre 2,97% et 4,05% pour la poudre de lait 0% AGROPUR 0%.

Le taux d'humidité est légèrement dépassé pour la poudre de lait AGROPUR 0%, ce dépassement de taux fixé par la norme F.I.L et par le JORA est du soit :

- A un conditionnement non conforme sous vide.
- A une qualité d'emballage non appropriée laissant passer l'humidité atmosphérique.

Selon **Vignola (2002)** et **Jeantet (2008)**, une bonne conservation du lait en poudre se fait à l'abri de l'humidité et de l'air ambiant, à une température inférieure à 30°C, ce qui évitera la baisse de la valeur biologique des laits en poudre conditionnés.

Selon **Pougheon (2001)**, l'allure de la croissance d'un micro-organisme dépend de la disponibilité de l'eau dans un produit alimentaire conditionné, c'est-à-dire l'activité de l'eau.

L'instabilité des taux d'humidité dans les poudres de lait donnera son instabilité à la conservation, entraînera des altérations microbiennes et donnera une mauvaise aptitude à la transformation.

### **2.4 Solubilité -dispersibilité –mouillabilité**

Les tests de solubilité-dispersibilité-mouillabilité ont donné des moyennes respectives de 99,2 à 99,7% pour les échantillons de poudre de lait AGROPUR 26% et AGROPUR 0%.

Ces valeurs sont au-dessus de la valeur minimale fixée par la norme F.I.L qui est de 98,7 %.

La solubilité est un critère déterminant pour la valeur marchande des laits en poudre.

Avec la dispersibilité, la solubilité constituent les propriétés déterminant pour l'étape principale à l'utilisation des laits en poudre dans la transformation laitière ; la reconstitution ( **Vignola ,2002**).

L'aptitude à la reconstitution des poudres de lait dans l'eau est une propriété essentielle pour les industries laitières. Cette propriété que le technologue doit contrôler se caractérise par la maîtrise des trois indices de solubilité I.S, de dispersibilité I.D et de mouillabilité I.M.

### 2.5 La teneur en matière grasse :

Le taux de la matière grasse mentionné sur les sacs est plus ou moins respecté avec des moyennes de 26% pour les 100 échantillons d'AGROPUR26% et de 2,5% pour les 100 échantillons d'AGROPUR 0%.

Les écarts-type sont respectivement de 0,3 pour AGROPUR26% et de 0,36 pour AGROPUR 0% .Des minimas observés respectivement de 25,7% et de 1,95% et des maximas de 26,3% et de 3% pour AGROPUR26% et AGROPUR0%.

Le taux de la matière grasse des laits en poudre destiné à la transformation laitière doit être contrôlé. Car ces matières premières stockées sont confrontées au problème de rancissement dû à la dégradation de la matière grasse causée par une activité de l'eau et par une altération microbienne (**Larbaletrier, 2015**).

L'analyse chimique de constituant permet d'évaluer quantitativement la dose déclarée déterminant toute altération et la stabilité prévisible ou effective lors de l'entreposage avant toute transformation.

### 2.6 La teneur en matière protéique :

Le contrôle du taux protéique a donné des moyennes respectives de 2,72 à 2,94% pour les échantillons de poudre de lait AGROPUR 26% et AGROPUR 0%.

Ces valeurs sont au-dessus de la valeur minimale fixée par la norme F.I.L qui est de 2,7 % pour la poudre de lait 26% et de 2,85% pour la poudre de lait 0%.

Le taux protéique des laits en poudre est un critère déterminant pour une bonne aptitude à la transformation, à une bonne qualité fonctionnelle suivant la technologie affectée et donnant les rendements escomptés à la fabrication des laits et des dérivés.

La qualité nutritionnelle des poudres de lait dépend aussi énormément de la disponibilité des nutriments dont les protéines car toute dénaturation influe sur les propriétés technologiques des laits en poudre et ainsi sur les produits fabriqués (Jeantet et al., 2008).

### **3/ Analyse comparative des deux types de lait en poudre :**

Les qualités d'une bonne poudre de lait sont les suivantes:

Aptitude à la reconstitution de façon à obtenir facilement un liquide homogène, exempt de particules macroscopiques. Elle est sous la dépendance des propriétés de mouillabilité, de dispersibilité et de solubilité;

Ces qualités dépendent de la qualité du lait cru mis en œuvre, du traitement thermique du lait, de la méthode de concentration et de séchage et des conditions de stockage (Vignola, 2002 ; Larbaletrier ,2015).

Dans notre étude , bien qu'il y ait beaucoup de similarité entre les valeurs trouvées au niveau des analyses des deux types de lait en poudre ; il y a une différence de caractère très important qui joue un rôle déterminant dans l'appréciation de la qualité marchande des produits ; c'est le cas du taux protéique qui est le facteur déterminant pour une bonne aptitude à la transformation.

D'après cette analyse nous pouvons dire que les deux laits en poudre AGROPUR26% et AGROPUR0% sont de qualité physico-chimique très appréciable et bien adaptée à la transformation laitière des laits de consommation et des laits fermentés.

Ces laits en poudre peuvent être adaptés à la transformation fromagère mais nécessitant un amendement standardisation complémentaire en protéines fromagères.

Les deux matières premières présentent des indices de solubilité-dispersibilité-mouillabilité conforme pour une bonne reconstitution du lait liquide ; augmentant leur valeur marchande et leur conformité à la transformation laitière avec de bonnes aptitudes technologiques.

Ces qualités témoignent de la qualité du lait cru mis en œuvre, du traitement thermique du lait, de la méthode de concentration et de séchage et de la maîtrise des conditions de stockage.

L'analyse statistique des résultats , Le logiciel SYSTAT SOFTWARE MYSTAT 12,a donné des valeurs de signification supérieures à 5% avec respectivement pour les 02 types de lait en poudre 0,09 et 0,06 pour l'humidité , 0,07 pour le pH , 0,205 et 0,180 pour l'acidité Dornic , 0,064 et 0,07 pour la solubilité-dispersibilité –mouillabilité , 0,534 et 0,640 pour le taux de matière grasse et enfin 0,092 et 0,116 pour le taux protéique.

D'après cette analyse nous pouvons dire que les 02 types de poudre de lait sont de qualité physico-chimique appréciable tenant compte des contrôles entamés dans notre démarche expérimentale. Est d'après les résultats obtenus, ces matières premières, offrent au transformateur une qualité marchande très acceptable et ainsi de très bonnes aptitudes à la transformation.

## Conclusion

---

Notre sujet réalisé sur l'étude comparative des caractéristiques physico-chimiques des poudres de lait utilisées au niveau de la filiale GIPLAIT « la laiterie du littoral de Mostaganem » nous a permis d'apprécier la qualité physico-chimique des poudres de lait utilisées au niveau de la production de cette unité d'industrie laitière.

Notre sujet avait pour objectif de juger la conformité à la transformation des poudres de laits utilisées au niveau de la laiterie

Par la connaissance selon les types des poudres de lait disponibles et la nomenclature réglementaire : de leurs propriétés physico-chimiques pour pouvoir orienter selon leur aptitude technologique leur utilisation et leur affectation dans la transformation laitière : souci actuel majeur des industriels pour enfin établir un cahier de charge définissant les critères de choix et d'affectation des poudres de lait (matière première des laiteries) dans la transformation laitière

Pour cela nous avons essayé d'étudier les critères physico-chimiques (définis par la fédération internationale du lait et le codex alimentarius de la F.A.O) pour le contrôle physico-chimique des échantillons des différents lots de poudres de lait disponibles

Les résultats des analyses physico-chimiques ont montré une bonne qualité de ces matières premières avec une conformité en acidité Dornic, en pH, en matière grasse, en matière protéique et en aptitude à la transformation performante avec un indice de solubilité –dispersibilité-mouillabilité appréciable.

Les analyses physico-chimiques des lots disponibles des deux laits en poudre importés d'Argentine et du Canada , AGROPUR 26% et AGROPUR 0% montrent qu'ils sont conformes aux normes nationales , aux exigences de l'entreprise et aux critères internationales fixées par la F.I.L et le codex alimentarius de la F.A.O

## Conclusion

---

De point de vue physico-chimique ces laits en poudres analysés montrent une bonne qualité marchande et de bonnes aptitudes à la transformation en laits de consommation et en laits fermentés .Pour une utilisation fromagère ces laits en poudre doivent être amendées en matière protéique pour atteindre une teneur appréciable moyenne de 3,1% minimum.

Enfin pour pouvoir établir un cahier des charges définissant les critères de choix et d'affectation des poudres de lait (matière première des laiteries) dans la transformation laitière notre étude est à compléter par la détermination des autres spécifications:

- physico-chimiques : WPNI index, taux de lactose, minéraux, stabilité thermique et propreté ADPI (particules brûlées).
- Spécifications microbiologiques définies par le codex alimentarius de la FAO et la FIL.
- Spécifications toxicologiques définies par le codex alimentarius de la FAO et la FIL.
- Spécifications des concentrations radioactives définies par le codex alimentarius de la FAO et la FIL.
- Spécifications organoleptiques définies par le codex alimentarius de la FAO et la FIL.

## Annexe A


**Caractéristiques techniques des  
Poudre de Lait Entier (26% M.G).**
**Présentation**

Poudre solide obtenue directement par élimination de l'eau du lait de la vache non atteinte de maladies contagieuses ou de mammites par le procédé de concentration sous vide et séchage spray.

**Normes**

**A.D.M.I. (Normes européennes du marché commun sont équivalentes aux normes américaines ADMI « extra-grade » ou canadienne « first grade »)**

**Spécifications Physico-chimiques**

Critères	Exigences
Humidité	≤ 4%
Matière Grasse	26% Minimum sur total (m/t)
Matière Protéique	34% Minimum sur 100 grs d'extrait sec dégraissé.
WPN index	≥ 1.51 à 6 mg /g
Lactose	37- 42%
Minéraux	8% Maximum
Acidité (exprimée en % d'acide lactique par 100 g de poudre)	0.10 – 0.12% Maximum
Lactates	≤ 100 mg / 100 g d'extrait sec dégraissé.
Test de Ramsdell	Minimum 1.8 ml
Test d'alcool (70°)	Stable
PH (Reconstitution à 10 %)	6.60-6.80
Stabilité Thermique (*)	≥ 12 minutes
Solubilité	≥ 99% minimum
Propreté ADPI (particules brûlées)	A/B soit au maximum 15mg/25g

(\*) Aucune floculation ou dépôt ne doit pas être observé sur un lait reconstitué à 10% de matière sèche.

**Spécifications Microbiologiques**

Critères	Exigences
Germes aérobies à 30°C (CFU/gr)	Maximum 10 000/gr
Coliformes Totaux (par gr)	Inférieur à 10
Germes Anaérobies sulfito-réducteurs à 46°C (par gr)	Inférieur à 5
Levures et Moisissures (CFU/gr)	Absence
Escherichia Coli (/gr)	Absence
Salmonella	Absence dans 30 grammes
Mycotoxines	Absence

### Spécifications Toxicologiques

Critères	Exigences
Antibiotiques	Absence
Antiseptiques	Absence
PCB	≤ 100 nano grammes par gramme de matière grasse
Dioxine	1 à 4 pico grammes par gramme de matière grasse
Fer	10 ppm max
Cuivre	1.5 ppm max

### Concentrations radioactives maximales

Source	Concentration radioactive
Américium 241	1 Becquerel / Kg
Plutonium 239	1 Becquerel / Kg
Iode 131	67 Becquerels / Kg
Strontium 90	67 Becquerels / Kg
Césium 134	202 Becquerels / Kg
Césium 137	267 Becquerels / Kg

### Spécifications Organoleptiques

Critères	Exigences
Goût et Odeur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Absence d'odeur étrangère et désagréable</li> <li>• Odeur et goût Francs du Lait</li> </ul>
Aspect	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Homogène, sans grumeaux, ni points brulés ou colorés.</li> </ul>
Couleur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Poudre blanche ou légèrement crème de couleur homogène.</li> </ul>

### Conditionnement

Sacs de 25 kgs net composés de papier multiplis dont 1 imperméabilisé et d'un sac de polyéthylène intérieur indépendant contenant la poudre de lait

#### Etiquetage sur le sac

- Estampille sanitaire
- Date de durabilité : JJ/MM/AAAA
- Date de production : JJ/MM/AAAA
- Numéro du lot
- Numéro de suivi et de contrôle
- Origine /Provenance
- Avec coordonnées du fabricant, du fournisseur ou de l'importateur

## Annexe B


**Caractéristiques techniques des  
Poudre de Lait Ecrémé (0%M.G).**
**Présentation**

Poudre solide obtenue directement par élimination de l'eau du lait écrémé de la vache non atteinte de maladies contagieuses ou de mammites par le procédé de concentration sous vide et séchage spray.

**Normes**

**A.D.M.I. (Normes européennes du marché commun sont équivalentes aux normes américaines ADMI « extra-grade » ou canadienne « first grade »**

**Spécifications Physico-chimiques**

Critères	Exigences
Humidité	≤ 4%
Matière Grasse	0.15 % Maximum (m/m)
Matière Protéique	34% Minimum sur 100 Grs d'extrait sec dégraissé.
WPN index	≥ 1.51 à 6 mg /g
Lactose	49- 54%
Minéraux	8% Maximum
Acidité (exprimée en % d'acide lactique par 100 g de poudre)	0.15% Maximum
Lactates	≤ 100 mg / 100 g d'extrait sec dégraissé.
Test de Ramsdell	Minimum 1.8 ml
PH (Reconstitution à 10 %)	6.60-6.80
Stabilité Thermique (*)	≥ 12 minutes
Solubilité	≥ 99% minimum
Propreté ADPI (particules brûlées)	A/B soit au maximum 15 mg/25 g

(\*) Aucune floculation ou dépôt ne doit pas être observé sur un lait reconstitué à 10% de matière sèche.

**Spécifications Microbiologiques**

Critères	Exigences
Germes aérobies à 30°C (CFU /gr)	Maximum 10 000 /gr
Coliformes Totaux (par gr)	Inférieur à 10
Germes Anaérobies sulfito-réducteurs à 46°C (par gr)	Inférieur à 5
Levures et Moisissures (CFU/gr)	Absence
Escherichia Coli (/gr)	Absence
Salmonella	Absence dans 30 grammes
Mycotoxines	Absence

### Spécifications Toxicologiques

Critères	Exigences
Antibiotiques	Absence
Antiseptiques	Absence
PCB	≤ 100 nano grammes par gramme de matière grasse
Dioxine	1 à 4 pico grammes par gramme de matière grasse
Fer	10 ppm max
Cuivre	1.5 ppm max

### Concentrations radioactives maximales

Source	Concentration radioactive
Américium 241	1 Becquerel / Kg
Plutonium 239	1 Becquerel / Kg
Iode 131	67 Becquerels / Kg
Strontium 90	67 Becquerels / Kg
Césium 134	202 Becquerels / Kg
Césium 137	267 Becquerels / Kg

### Spécifications Organoleptiques

Critères	Exigences
Goût et Odeur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Absence d'odeur étrangère et désagréable</li> <li>• Odeur et goût Francs du Lait</li> </ul>
Aspect	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Homogène, sans grumeaux, ni points brulés ou colorés.</li> </ul>
Couleur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Poudre blanche ou légèrement crème de couleur homogène.</li> </ul>

### Conditionnement

Sacs de 25 kgs net composés de papier multiplis dont 1 imperméabilisé et d'un sac de polyéthylène intérieur indépendant contenant la poudre de lait

#### Etiquetage sur le sac

- Estampille sanitaire
- Date de durabilité : JJ/MM/AAAA
- Date de production : JJ/MM/AAAA
- Numéro du lot
- Numéro de suivi et de contrôle
- Origine /Provenance
- Avec coordonnées du fabricant, du fournisseur ou de l'importateur

### **Annexe C : Caractéristiques des poudres de lait**

- 100 sacs de poudre de lait 26% Médium heat

Marque AGROPUR

Pays de provenance : Argentine

Pays d'origine : Argentine

Lot 124096

Poids net /sec : 25 kgs +/- 300 gr

Date de fabrication : 22/12/2019

Date de péremption : 22/12/2020

Fabricant : SucesoresdeAlfredoWilliner S.A

Ruta Provence N°70-km 74 DellaItalia Santa fe (CP 2301) Argentine

- 100 sacs de poudre de lait 0% Médium heat

Marque AGROPUR

Pays de provenance : Canada

Pays d'origine : Canada

Lot 321171204-33

Poids net /sec : 25 kgs +/- 120 gr

Date de fabrication : 04/12/2019

Date de péremption : 04/12/2021

Fabricant : Agropur coopérative 2400, rue de la coopérative Plessis ville Québec

Canada GDL 3G8

1. **Arie F., Srikumalaningsh et Ariesta .W (2012).** Process engineering of drying milk powder with foam mat drying method. *Journal of Basic and Applied Scientific Research.* 2(4):3588-3592.
2. **ADPI (1990).** Standards for grades of dry milks, including methods of analysis, Chicago, USA, Bullentin n° 916.
3. **Castro.M et Harper W.J (2003).** Effect of retentate heattreatment and spray dryerinlet temperature on the properties of milk protein concentrates (MPC's). *Milchwissenschaft*58:13–15.
4. **Derouiche. M, Aissaoui Zitou.W, Medjoui.N et Zidoune. M (2016)** .Consommation de lait et de produits laitiers en milieu rural de Tebessa, Algérie. *LRRD Newsletter* 28(5).2016
5. **Eeckhoutte M (1995).**Technologie et inspection du lait des produits laitiers Toulouse, E.N.V. -Chaire d'HIDAOA, 184p.
6. **F.A.O/O.M.S (2011).** Codex Alimentarius STAN 207-1999 :Lait et produits laitiers, deuxième édition, Rome, Italie, pp1.5. [Consulté le26/03/2020].Disponible à l'adresse : <http://www.fao.org/3/a-i2085f.pdf> .
7. **F.I.L ;** la référence ISO 707/ F.I.L octobre 2018 (Normes définies pour les analyses microbiologiques et chimique des laits, produits laitiers et des laits en poudre
8. **Jeantet, R., Croguennec, T., Mahaut, M., Schuck, P., Brule, G.** Paris (2008). *Les produits laitiers*, 2ème édition Lavoisier, pp. 1-3-13-14-17 (185 pages).
9. **JORA** « Journal Officiel de la République Algérienne N°39 du 02/07/2017.Relatif aux spécifications microbiologiques et physico-chimiques de certaines denrées alimentaires.
10. **Kalli .S,Saadaoui .M, Ait Mokhtar.S et Benmebarek .A (2018)** . Eléments d'enquête générale sur la filière lait en Algérie .*I.J of Business and Economic strategy* vol8 pp12.19
11. **Kon S (1995).** Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine. *LARBALETRIER A.,(2015)* . *Traité pratique de laiterie : Lait, crème, beurre et fromages.* Edition MAXTOR.ISBN 979102080139 (266p).France.

12. **Luquet F.M (1985)**. Laits Et Produits Laitiers Vache, Brebis, Chèvre. Volume I. Edition : Tec Et Doc, Lavoisier P397.
13. **Mafart P (1996)**. In : Génie Industriel Alimentaire, Tec &Doc Lavoisier, Paris.
14. **Mamine .F, Montaigne.E et Boutonnet. J.P (2018)**. Perception de la qualité des produits laitiers et comportement du consommateur algérien.
15. **Masters K (1991)**. Spray drying, 5th ed. Longeman Scientific & Technical and John Wiley & Sonc Inc. Essex, England.
16. **Michel M, Romain J, Gérard B et Pierre S**. Les produits industriels laitiers. 2edn. LONDRES-PARIS : Technique & documentation, 2000.
17. **Niro Atomizer (1978)**. Méthodes d'analyses des produits laitiers déshydratés, 4edn, Copenhague.
18. **Philip M (2006)**. Innovation in milk powder technology. International Journal of Dairy Technology. Ireland. 69-75. Vol 59, No 2.
19. **Pisecky J (1980)**. Aust J Dairy Technol, Spray drying of dairy products: state of the art : 35, 106-111.
20. **Pisecky J (1981)**. Soc Dairy Technol, Technology of skimmed milk drying: 34(2), 57-67.
21. **Pougheon S (2001)** : Contribution à l'étude des variations de la composition du lait et ses conséquences en technologie laitière, Ecole Nationale Vétérinaire Toulouse, France: 34 (102 pages). Rome : F.A.O.- XXI – 271p.
22. **Thioune. A (2002)**. Contribution à l'étude comparative de quelques caractéristiques physico-chimiques et chimiques de laits secs sur le marché dakarais. Mémoire master: Productions animales : Dakar (E.I.S.M.V.) ; p:6.
23. **Toure O. (2001)**. Contribution à l'étude de la qualité des laits secs micro conditionnés commercialisés sur le marché dakarais. Thèse : Méd. Vét. : Dakar ; 14.
24. **Vignola C.L (2002)**. Science et technologie du lait. Transformation du lait, École polytechnique de Montréal, ISBN: 29-34 (600 pages).
25. **Westergaard V (1994)**. Milk powder technology. Evaporation and spray drying. 4edn. Niro A/S, Copenhague, Denmark.

## Remerciements

## Dédicaces

Abréviations, sigles, acronymes et symboles .....I

Liste des tableaux.....II

Liste des figures.....III

Liste des annexes .....VI

Introduction .....14

## SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

### Chapitre I : Les laits en poudres, définition et caractéristiques

1. Définition .....	19
1.1 Définition générale.....	19
1.2 Définition réglementaire.....	19
2. Caractéristiques des laits en poudre .....	20
2.1 Structure physique.....	20
2.2 Composition chimique .....	20
3. Classification des poudres de lait et techniques de production.....	23
3.1 Les classes des poudres de lait.....	23
3.2 Technique de production.....	25
3.2.1 Diagramme de fabrication.....	25
3.2.2 Les étapes de la fabrication des laits en poudre.....	26

### Chapitre II : propriétés fonctionnelles et technologiques des poudres de lait

A. Réglementation technologique référentielle.....	32
1. Législation poudre de lait .....	32
1.1 Champ d'application .....	32
1.2 Description.....	32
1.3 Facteurs essentiels de composition et de qualité .....	32
1.4 Contaminants.....	33
1.5 Hygiène .....	34
1.6 Étiquetage.....	34
a. Nom du produit.....	34
b. Déclaration de la teneur en matière grasse laitière .....	35
c. Déclaration de la teneur en protéines du lait .....	35
d. Liste des ingrédients .....	35
e. Étiquetage des récipients non destinés à la vente au détail .....	35
1.7 Méthodes d'échantillonnage et d'analyse .....	36
1.8 Autres facteurs de qualité .....	36
B. Propriétés des poudres de lait.....	37
1. Qualité des poudres de lait .....	37
2. Propriétés biochimiques et physiques .....	38
3. Propriétés fonctionnelles .....	39
4. Propriétés d'hydratation .....	40

### ETUDE EXPERIMENTALE

#### Chapitre I: Matériels et Méthodes

I. Lieu de notre travail.....	47
II. Matière première.....	47
III. Matériel de laboratoire.....	47

## Table des matières

---

IV. Méthodes.....	48
1. Echantillonnage.....	48
2. Contrôle du conditionnement.....	48
3. Analyses physico- chimiques.....	48
3.1 Détermination de la teneur en eau.....	48
3.2 Détermination de l'acidité titrable.....	49
3.3 Mesure de pH.....	51
3.4 Détermination de la solubilité- dispersibilité-mouillabilité.....	52
3.5 Détermination de la teneur en matière grasse.....	53
4.5 Détermination de la teneur en azote total.....	55
4. Analyses statistiques.....	56
 <b>Chapitre II: Résultats et discussion</b>	
1. Contrôle du conditionnement.....	59
2. Qualité physico-chimiques des poudres de lait.....	50
3. Etude comparative de la qualité des poudres de lait.....	61
Conclusion.....	69
Annexes.....	72
Liste des références.....	79
 <b>Résumé, ملخص, Abstract</b>	

## Résumé

L'étude des caractéristiques physico-chimiques des poudres de lait utilisées au niveau de la filiale GIPLAIT « la laiterie du littoral de Mostaganem » nous a permis d'apprécier la qualité physico-chimique des poudres de lait utilisées au niveau de la production de cette unité d'industrie laitière. Les deux matières premières, poudres de lait AGROPUR 0% et AGROPUR 26%, présentent de bons indices de solubilité-dispersibilité-mouillabilité et une qualité physico-chimique appréciable de point de vue acidité Dornic, pH, humidité, teneurs en matière grasse et en matière protéique. Les résultats préliminaires montrent une conformité pour une bonne reconstitution du lait liquide; augmentant sa valeur marchande et son aptitude à la transformation laitière avec de bonnes performances technologiques. Pour l'élaboration du cahier des charges définissant les critères de choix et d'affectation des laits en poudre à la transformation d'autres spécifications sont à étudier en perspectives notamment les critères microbiologiques et sensoriels.

**Mots clefs :** Poudres de lait, Qualité physico-chimique, Aptitude à la transformation laitière.

## ملخص

سمحت لنا الدراسة المقارنة للخصائص الفيزيائية والكيميائية لمساحيق الحليب المستخدمة على مستوى شركة GIPLAIT الفرعية "منتجات الألبان في ساحل مستغانم" بتقييم الجودة الفيزيائية - الكيميائية لمساحيق الحليب المستخدمة في إنتاج وحدة صناعة الألبان. تحتوي هذه المادتان الخامتان، مساحيق الحليب AGROPUR 0% و AGROPUR 26%، على مؤشرات جيدة للذوبان - التشتت - التبلل وجودة فيزيائية كيميائية ملحوظة من وجهة نظر حموضة Dornic، درجة الحموضة، الرطوبة، الدهون ومادة البروتين. تظهر النتائج الأولية الامتثال للتكوين السليم للحليب السائل؛ زيادة قيمتها السوقية واستعدادها لمعالجة منتجات الألبان بأداء تكنولوجي جيد. من أجل تطوير المواصفات التي تحدد معايير اختيار وتخصيص الحليب المجفف لمعالجة المواصفات الأخرى، سيتم دراستها في المنظور بما في ذلك المعايير الميكروبيولوجية والحسية.

**الكلمات الدالة:** مساحيق الحليب، الجودة الفيزيائية والكيميائية، كفاءة المعالجة.

## Abstract

The comparative study of the physico-chemical characteristics of the milk powder susedat the level of the subsidiary GIPLAIT " The Coastal Dairy of Mostaganem " provide us the oppourt unity to recognise the physico-chemical quality of the milk powder susedat the level of the production of this dairyin dustry unit. The two raw materials, AGROPUR 0% and AGROPUR milk powders 26%, have good solubility-dispersibility-wettability indices and an appreciable physico-chemical quality from the Dornic acidity, pH, humidity, fat and proteinmatter contents point of view. Preliminary results show compliance for a good reconstitution of liquid milk; increasing its market value and suitability for dairy process in gwith good technological performance. For the elaboration of the specifications defining the criteria for choosing and allocating milk powder to processing, other specifications are to bestudied in the future including microbiological and sensory criteria.

**Key words :** Milk powders, Physico-chemical quality, Aptitude for processing.