



ÉCOLE SUPÉRIEURE DES SCIENCES AGRONOMIQUES  
DEPARTEMENT INDUSTRIES AGRICOLES ET ALIMENTAIRES

Mémoire de Fin d'études en vue de l'obtention du diplôme d'Ingénieur Agronome et  
du grade MASTER

**Domaine** : Sciences de l'Ingénieur- Sciences Agronomiques et Environnementales

**Mention** : Industries Agricoles et Alimentaires

**Parcours** : Génie des Procédés et Technologies de Transformation

## OPTIMISATION DE LA QUALITE DES PRODUITS FINIS AU SEIN D'UNE PROVENDERIE

CAS DE LA SOCIETE AGRIVAL S.A.



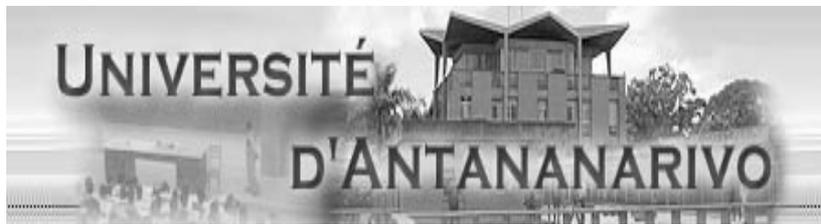
*Soutenu le 28 Mai 2015*

*Présenté par :*

**ANDRIANAVALONA Harinirina Princie**

*Promotion KINGATSA*

**2010-2015**



ÉCOLE SUPÉRIEURE DES SCIENCES AGRONOMIQUES  
DÉPARTEMENT DES INDUSTRIES AGRICOLES ET ALIMENTAIRES

Mémoire de Fin d'études en vue de l'obtention du diplôme d'Ingénieur Agronome et  
du grade MASTER

**Domaine** : Sciences de l'Ingénieur- Sciences Agronomiques et Environnementales

**Mention** : Industries Agricoles et Alimentaires

**Parcours** : Génie des Procédés et Technologies de Transformation

OPTIMISATION DE LA QUALITE DES PRODUITS FINIS AU  
SEIN D'UNE PROVENDERIE

CAS DE LA SOCIETE AGRIVAL S.A.



*Soutenu le 28 Mai 2015*

*Présenté par :*

**ANDRIANAVALONA Harinirina Princie**

*Promotion KINGATSA*

**2010-2015**



« Aza manao hoe mbola zaza aho fa handeha amin'izay rehetra hanirahako anao  
ianao, ary izay rehetra handidiako anao no hambaranao » **Jer 1 :7**

« Jehovah ô, ny herinao no hifalian'ny mpanjaka ary endrey ny haben'ny  
hiravoravoany amin'ny famonjena. Ny nizian'ny fony dia nomenao azy ary ny  
nangatahan'ny molony tsy mba nolavinao » **Sal 21 :1-2**

« Dia fahendrena izay nafenina sady voatendrin'Anriamanitra » **IKor 2 :7**

**A ma mère, mon père, mon frère et mes sœurs**

**A mon ami**

**A tous mes proches**

**A tous ceux qui peuvent utiliser cet ouvrage**

**Merci.**

# **SOMMAIRE**

Liste des acronymes .....	i
Liste des figures .....	ii
Liste des tableaux .....	iii
REMERCIEMENTS .....	1
INTRODUCTION GENERALE.....	2
PARTIE I. CONTEXTE GENERAL DE L'ETUDE.....	3
I.1 Présentation de la zone d'étude : la provenderie AGRIVAL .....	3
I.2 Production d'aliments pour animaux d'élevage .....	5
CONCLUSION PARTIELLE.....	12
PARTIE II. MATERIELS ET METHODES .....	13
II.1 Les matériels utilisés .....	13
II.2 Méthodologie de recherche .....	18
CONCLUSION PARTIELLE.....	27
PARTIE III. RESULTATS.....	28
III.1 Les matières premières entrant en production .....	28
III.2 Le processus de production.....	32
III.3 La postproduction de l'aliment .....	35
CONCLUSION PARTIELLE.....	38
PARTIE IV. DISCUSSIONS .....	39
IV.1 Problèmes rencontrés .....	39
IV.2 Propositions de solution.....	56
CONCLUSION PARTIELLE.....	70
CONCLUSION GENERALE .....	71
BIBLIOGRAPHIE .....	72
ANNEXES .....	74
Annexes 1 : LA NORME ISO 9001/2008 .....	74

Annexes 2 : Caractéristiques des machines de production .....	77
Annexes 3 : Les causes de la variation de la durée de chaque étape de la production.....	78
Annexes 4 :Les différents produits de la société.....	79
Annexe 5 : Le désordre dans l'entrepôt de stockage.....	79

## **Liste des acronymes**

**ADM** : Administratif

**CDG** : Contrôleur De Gestion

**CQ** : contrôle qualité-Contrôleur Qualité

**DPC** : Démarrage Poulet de Chair

**FIFO**: First In-First Out

**HACCP**: Hazard Analysis - Critical Control Point

**MP** : Matières Premières

**NCE** : Non-conformité Externe

**NCI** : Non-conformité Interne

**Op** : Opérateur

**P°** : Pression

**PEHD** : Polyéthylène Haute Densité

**PF** : Produit Fini

**PLC** : Program Line Commander

**PP** : Polypropylène

**PVC** : Polychlorure de Vinyle

**T°** : Température

**UV** : Ultraviolet

## **Liste des figures**

Figure 1: Organigramme de la société AGRIVAL S.A. ....	4
Figure 2: Le processus de fabrication de provende, cas d'AGRIVAL S.A. ....	11
Figure 3: Balance de magasin .....	14
Figure 4: Balance de Contrôle qualité.....	14
Figure 5: Type de broyeur utilisé .....	15
Figure 6: Type de mélangeur utilisé.....	16
Figure 7: Testeur d'humidité pour céréales .....	17
Figure 8: Mètre ruban.....	18
Figure 9: Méthodologie de travail .....	21
Figure 10: Diagramme d'ISHIKAWA .....	26
Figure 11: Variation de l'approvisionnement en maïs en 2014.....	28
Figure 12: Disposition du stock de MP en juin 2014.....	30
Figure 13: Disposition du stock de MP en Novembre 2014 .....	30
Figure 14: Zone d'échantillonnage dans le camion de déchargement.....	32
Figure 15: Le stockage des MP dans l'entrepôt.....	39
Figure 16: Variation de la durée du broyage.....	45
Figure 17: Variation de la durée du mélange .....	46
Figure 18: Variation du temps de presse .....	46
Figure 19: Variation de la durée de l'ensachage.....	47
Figure 20: Variation du nombre de NCI au cours du mois de Mai- Novembre 2014.....	54
Figure 21 : Empilage en pyramide .....	57
Figure 22: Les besoins en MP de la société .....	60
Figure 23: Le concept d'emballage.....	67
Figure 24: La norme ISO 9001:2008 .....	75
Figure 25: Un produit du type farine.....	79
Figure 26: Un produit du type pellet .....	79
Figure 27: Un écroulement de tas et déchirure des sacs (cas des tourteaux d'arachides).....	79
Figure 28 : L'écroulement des tas (cas du maïs) .....	80

## **Liste des tableaux**

Tableau 1: Les produits finis de la société .....	7
Tableau 2: Exemple de variation de la durée de chaque étape de la production par batch de produit et par type de produit .....	42
Tableau 3: Variation de la durée de chaque étape sur un même produit(en seconde(s)).....	42
Tableau 4: Les normes de durée utilisées au sein de la société.....	43
Tableau 5: La durée de chaque étape de production par batch de produit .....	44
Tableau 6: Propositions de normes de durée ou standard à respecter .....	62
Tableau 7: Caractéristiques du polypropylène .....	69
Tableau 8: Caractéristiques du broyeur.....	77
Tableau 9: Caractéristiques du mélangeur .....	77
Tableau 10: Caractéristiques de la presse ou Pellet mill .....	77
Tableau 11: Caractéristiques du refroidisseur .....	77
Tableau 12: les causes de la variation de la durée de chaque étape .....	78

## **REMERCIEMENTS**

Je tiens à réserver ces quelques lignes en guise de remerciements pour les personnes qui ont contribué à l'élaboration de cette étude.

D'abord je tiens à remercier Dieu Tout puissant pour sa grâce.

Ensuite, je tiens à exprimer mes sincères remerciements aux membres du jury :

Je remercie **Mr Jean Emile RASOARAHONA**, Professeur Titulaire, Enseignant Chercheur à l'Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques, Directeur de l'Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques d'avoir accepté de présider le jury de cette soutenance.

Je remercie également **Mme Volana RASOANAIVO**, Responsable Qualité et Project Manager de la société AGRIVAL S.A. pour son encadrement durant ces trois mois de stage.

Mes remerciements vont également à **Mme Felamboahangy RASOARAHONA**, Ingénieur de Recherches, Chef du Département Recherches et Développement de l'HOMEOPHARMA qui a répondu favorablement à notre demande et a accepté d'évaluer ce mémoire en tant qu'examineur.

Je tiens à exprimer mes sincères remerciements au **Pr Titulaire. Béatrice RAONIZAFINIMANANA**, Chef de Département Industries Agricoles et Alimentaires et Enseignant-chercheur au Département Industries Agricoles et Alimentaires, malgré ses diverses obligations, pour sa disponibilité et ses conseils lors de l'encadrement de ce mémoire.

Mes remerciements vont également aux personnes suivantes :

Je remercie également **Mr FANCHETTE Olivier**, Directeur Général de la société AGRIVAL – AGRIFARM. , Mr Nary et Mr Anja, les contrôleurs qualité qui nous ont aidés dans nos travaux.

Enfin, mes remerciements les plus sincères à toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce mémoire, à ma famille, à mes amis.

## **INTRODUCTION GENERALE**

Madagascar est un pays dont plus de 73% des ménages sont des ruraux ayant pour activité principale l'Agriculture (agriculture proprement dite) et Elevage. Le développement de l'élevage a fait l'objet de nombreuses études de projets (PSE ou Projet Sectoriel d'Elevage, PSDR ou Projet de Soutien au Développement Rural,...). Ces derniers touchent en particulier les systèmes de production pratiqués tels qu'élevages fermiers de porcs et de volailles, élevages artisanaux divers, fermes intensifiées de productions porcines spécialisées en porcelets et engraissement, étables laitières, poulaillers pour poulets de chair et pour les pondeuses. Leur objectif commun est « *l'augmentation de la production* ».

Dans cette optique, à Madagascar, plusieurs sont les sociétés qui se tournent dans la fabrication d'aliments pour animaux d'élevage afin de répondre aux besoins des éleveurs sur le marché.

La société AGRIVAL S.A. fait partie des producteurs d'aliments composés pour animaux d'élevage. C'est une société de grande production et elle est certifiée ISO 9001:2008 pour la gestion de la qualité depuis le mois d'octobre 2014. Dans le but de fournir aux éleveurs locaux des produits répondant à leurs besoins, la société cherche à améliorer continuellement la qualité de ses produits et à garder son rang sur le marché sous les directives de la norme ISO 9001:2008.

C'est dans ce sens que notre étude intervient durant un stage de trois (3) mois (Novembre 2014 – Février 2015). Dans le but de contribuer à l'amélioration de la qualité, la problématique suivante est posée : **“Comment optimiser la qualité des produits finis au sein de la société AGRIVAL S.A ?”** Pour répondre à la problématique posée, nous verrons d'abord, une partie sur le contexte général de l'étude. Ensuite, une partie qui comportera les matériels et les méthodes utilisés durant l'étude et une partie sur les résultats de la présente recherche. Enfin, nous étudierons une partie sur les discussions pour proposer des solutions et des recommandations sur le sujet.

## **PARTIE I. CONTEXTE GENERAL DE L'ETUDE**

### **I.1 Présentation de la zone d'étude : la provenderie AGRIVAL**

#### **I.1.1 Description et Historique**

La Société AGRIVAL est une société à statut juridique de Société Anonyme avec conseil d'administration dont le capital est 530 000 000 Ar ; elle a comme activité principale la production d'aliments composés pour animaux d'élevage dont les procédures suivies sont quasi-totalement mécanisées.

La société est créée en 2010 et est présentée officiellement à la Foire de l'Élevage et de la production animale de Nanisana en Mai 2012. Elle débute ses activités en juillet 2012 et lance une nouvelle gamme de produit (provende) en avril 2013 avec une capacité de production d'environ vingt et un milles tonnes par an.

La société sise à Ambohibao est sous la direction du Directeur Général Mr Olivier FANCHETTE et est rattachée au groupe SMTP (Société Malgache de Transformation de Plastiques). [1], [22].

#### **I.1.2 Organisation de la société**

Les décisions au sein de l'AGRIVAL sont prises par le Conseil d'Administration constitué par les représentants des différents actionnaires. A la tête de la Société siège-le Président Directeur Général suivi du Directeur Général. Ensuite viennent les différents services qui sont sous la direction du DG dans lesquels fait partie la production.

L'organigramme suivant illustre l'organisation générale de la société

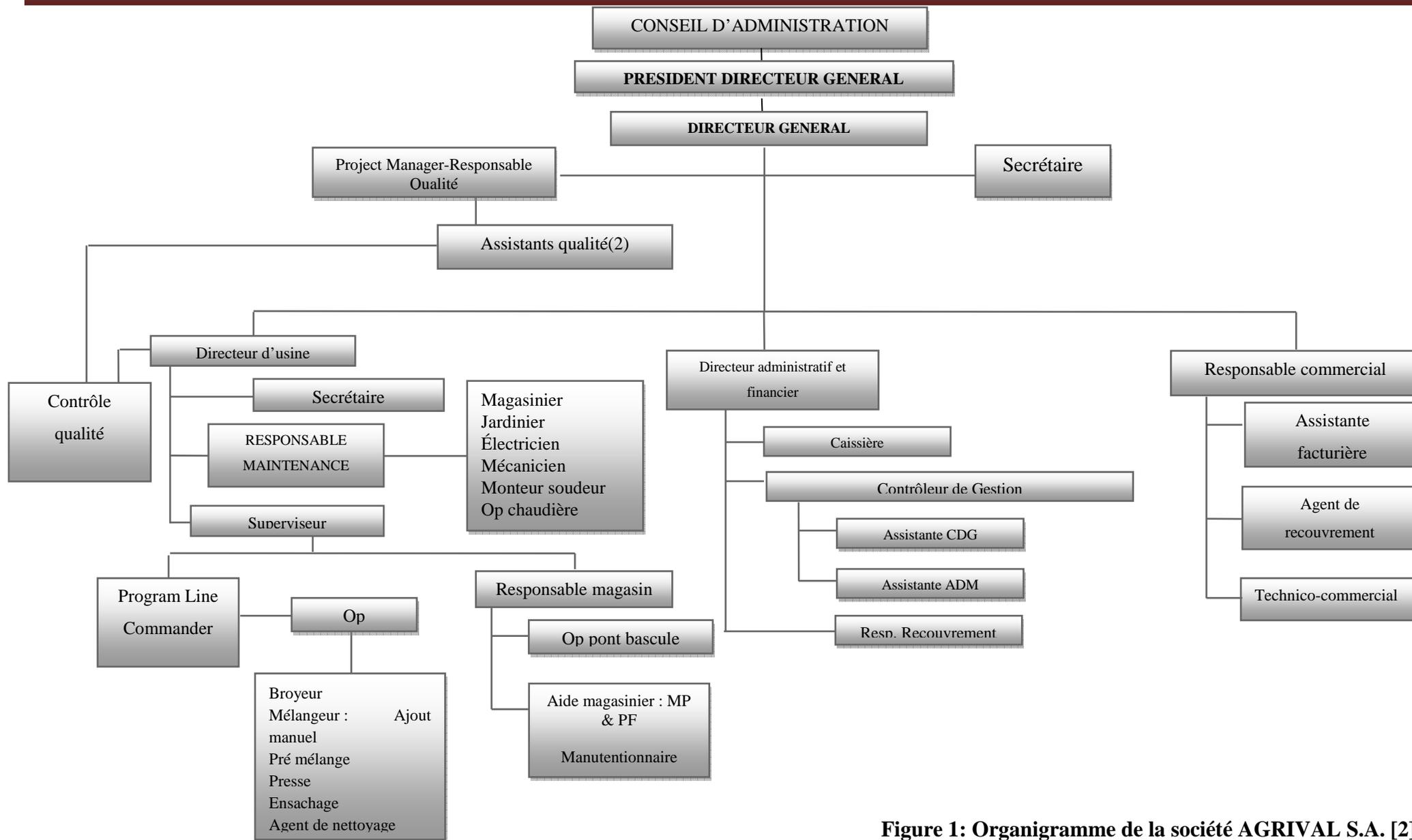


Figure 1: Organigramme de la société AGRIVAL S.A. [2]

### **I.1.3 Les objectifs de la société**

Cette société produit des aliments composés pour animaux d'élevage et les distribue sur le marché local au besoin des éleveurs. [2]

Dans un souci de la qualité du produit, de la compétitivité et du dynamisme de la société, les objectifs peuvent être cités comme suit :

- ❖ Une production annuelle d'environ 21.000 tonnes soit : 75 tonnes par jour avec deux équipes de service : jour et nuit
- ❖ Exploiter les compétences et ressources tant humaines, tant infrastructurelles d'une façon optimale
- ❖ Répondre aux demandes des clients en qualité suivant des normes internationales
  - La norme ISO 9001-2008 (*cf. annexes 1, p.73*) pour la société dont elle a déjà obtenue la certification vers le mois d'octobre 2014.
  - Répondre aux exigences de ses clients et assurer la constance de la qualité de ses produits et services.
- ❖ Utiliser le plus possible les MP du marché local tout en assurant la qualité du produit.

## **I.2 Production d'aliments pour animaux d'élevage**

### **I.2.1 Les Matières Premières (MP)**

La fabrication des aliments pour animaux d'élevage, pour la société, nécessite les MP suivantes, qui sont mélangées pour obtenir les apports nécessaires pour chaque type d'aliment à produire. [1], [6-9], [11], [13],[15],[19],[21],[23-26]

#### **i. Les céréales**

***Le maïs*** : sous forme de grains, de farine

***Le riz*** : sous forme de son

***Le blé*** : sous forme de grains, de son et de brisures

Les céréales sont d'excellentes sources d'amidon et de fibre et d'énergie mais ce sont également des aliments riches en vitamines et sels minéraux sous forme de son. Elles sont qualifiées d'aliments encombrants.

ii. Les légumineuse, les tubercules et oléagineux

Le soja : sous forme de tourteau

Le manioc : sous forme de tubercules

L'arachide : sous forme de tourteau

Le tournesol : sous forme de tourteau

Le coton : sous forme de tourteau

Sous forme de tourteaux, ce sont des sources de protéine supplémentaire, d'un excellent équilibre d'acides aminés et une teneur élevée en énergie pour tout type de régime alimentaire de chaque animal. :

iii. Les farines animales

Farines de poissons : ce sont des sources de protéine brute, de calcium et de phosphore dans l'alimentation

iv. Les coquillages

Ce sont des ingrédients servant à l'apport de minéraux pour l'aliment composé comme le calcium, le magnésium.

v. Les ajouts liquides : l'eau, l'huile, la mélasse

Ils jouent un rôle de liant de MP ajoutées.

**L'huile** : elle sert de source en acides gras essentiels et sert à augmenter la densité calorique de la ration et donne le goût agréable afin de faciliter la consommation de matière sèche, et contribue à l'efficacité de l'aliment chez l'animal.

**La mélasse** : c'est une source de sucre dans le mélange mais aussi elle apporte des minéraux et de la vitamine B. Elle sert également à faciliter l'ingestion des aliments.

**L'eau** : elle sert de liant et de solvant pour les composés solubles dans l'eau.

vi. Les additifs

Les additifs regroupent : les surfactants, le sel, les acides organiques et les concentrés

Les surfactants et tensioactifs sont des composés qui facilitent le mélange des MP et assurent la stabilité du mélange. Les acides organiques sont quant à eux nécessaires à la complémentation de l'aliment afin d'assurer les exigences de la clientèle selon l'état physiologique de l'animal de destination.

Les autres additifs peuvent être des vitamines et d'autres minéraux nécessaires mais non apportés par les autres MP.

### **I.2.2 Les Produits Finis (PF)**

La société AGRIVAL S.A. produit deux types de produit : produits farines et produits granulés. Le tableau suivant résume les produits finis de la société par catégorie d'animaux destinés à les consommer.

**Tableau 1: Les produits finis de la société, [2]**

Catégorie	Type de Produit		
	Apparence du produit		
CHAIR	Démarrage	Miette	
	Croissance	Granulé	
	Finition		
PONDEUSE	Démarrage	Farine	
	Croissance		
	Pré-Ponte		
	Ponte1		
	Ponte2		
REPROS	Pré-Démarrage	Farine	

	Démarrage		
	Croissance		
	Pré-Ponte		
	Ponte1		
	Ponte2		
	Mâle		
VACHE LAITIERE		Farine/Granulé	
ZEBU ENGRAISSEMENT			
VEAU			
PORC	Démarrage	Miette	
	Croissance	Granulé	
	Finition		
TRUIE	En Gestation	Granulé	
	Allaitante		
CHEVAL	Cheval Normal	Granulé	
	Cheval De Course		
CANARD Mulard	Démarrage	Miette	
	Croissance	Granulé	
	Finition		
	Gavage		
POISSON	Démarrage	Miette	
	Finition	Granulé	

FERMIER	Démarrage	Miette	
	Finition	Granulé	

### **I.2.3 Description du processus**

Le processus de production est dirigé par le Program Line Commander (PLC) qui donne la formule de production du jour. A la fin de la production, le produit est contrôlé et est emballé. [2]

En général, on résume en quelques étapes le processus de fabrication d'aliment composé pour animaux [2],[15]:

#### **i. La réception des matières premières**

La réception a pour but de vérifier la qualité et la quantité des produits à utiliser. Ainsi, elle comprend les étapes suivantes :

##### **- Prélèvement et contrôles de la qualité du produit.**

Les prélèvements doivent se faire avec beaucoup de soins. Ils doivent être pris dans toutes les parties de la livraison en haut, en bas, au milieu. S'il s'agit de sacs, dans plusieurs d'entre eux au moyen d'une sonde à alvéoles (qui sera détaillé un peu plus tard)

- **Pesage des matières premières** à l'aide d'un pont bascule après que les produits soient bien conformes

##### **- Stockage**

Le stockage consiste à conserver les matières premières dans de bonnes conditions jusqu'à l'utilisation.

#### **ii. Le remplissage de batch**

Le remplissage de batch consiste à peser les MP tout en respectant les proportions des différentes matières premières de la formule dans un mélange. Pour la société, cette étape est automatique.

#### **iii. Le tamisage**

Cette étape sert à trier les débris et impureté possible dans les MP ainsi qu'à les éloigner du produit en les recueillant.

iv. Le broyage

L'objectif de cette étape est de rendre les matières premières assimilables par les animaux. L'aliment ne doit être ni trop dur ni trop friable. La taille moyenne des particules et leur homogénéité conditionnent la qualité du mélange.

v. Le mélange

Le but d'une opération de mélange est d'associer des éléments disparates, de les lier intimement, soit pour former des produits nouveaux par réaction les uns sur les autres, soit pour disposer plusieurs éléments en un ensemble homogène. Le mélangeur utilisé sera décrit plus tard.

vi. La presse

Pour les produits en granulé, le mélange passe par la machine de presse. Cette étape a pour but d'améliorer l'apparence du produit et d'augmenter l'appréciation de l'animal qui va l'ingérer (par exemple, les granulés sont plus appréciés par les poulets de chair que la farine)

vii. L'émiettage

Les produits en granulés passent par ce stade afin d'assurer une granulométrie en miette pour certains produits.

viii. Conditionnement

Durant cette étape, les produits sont contrôlés par le responsable qualité et sont ensuite emballés en sac de 50 Kg et stockés dans le magasin de stockage des PF

En résumé, le processus est défini par le diagramme suivant

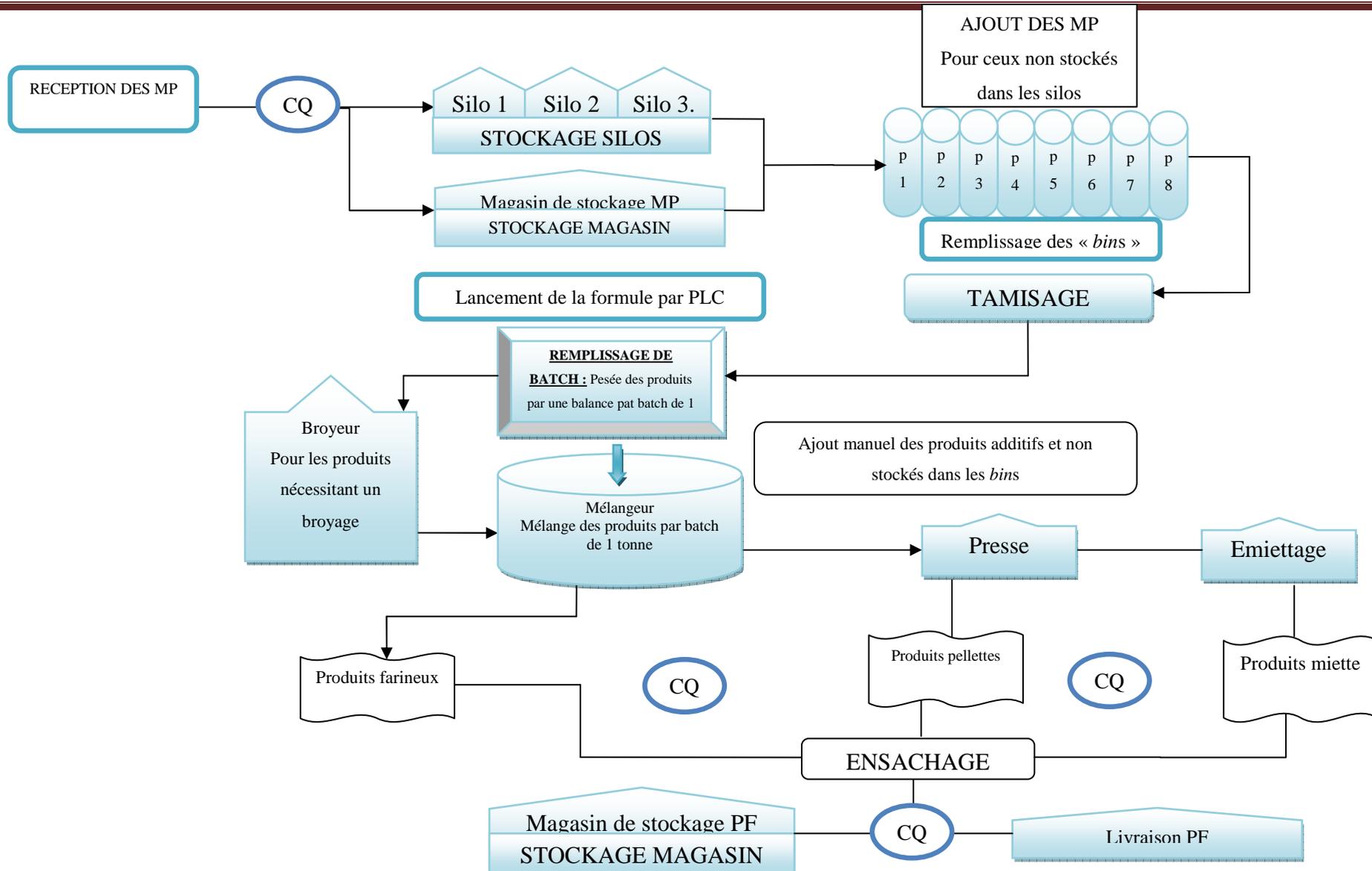


Figure 2: Le processus de fabrication de provende, cas d'AGRIVAL S.A. [2]

## **CONCLUSION PARTIELLE**

Créée depuis 2012, la société AGRIVAL ne cesse de prospérer dans la fabrication d'aliment pour animaux d'élevage. Ayant obtenu une certification suivant la norme ISO 9001 : 2008 , couplé de sa qualification de provenderie aux normes, il est impératif pour les responsables de toute la production de chercher à améliorer continuellement la qualité de ses produits. Une amélioration à faire afin de garder sa place sur le marché et assurer ses clients de la qualité de ses produits. C'est dans ce sens que nous apportons notre aide en utilisant diverses méthodes, à voir par la suite, pour contribuer à l'amélioration de la qualité des PF de la société.

## **PARTIE II. MATERIELS ET METHODES**

Dans notre étude, nous avons eu ordre de la part de la société d'effectuer les missions suivantes :

Le suivi de la qualité des MP

L'optimisation du temps de production, le paramètre « attente produit »

L'étude des non-conformités récurrentes liées aux produits de la société

### **II.1 Les matériels utilisés**

#### **II.1.1 Site d'étude**

L'usine de production de la société AGRIVAL S.A à Ambohibao Antananarivo dont la production de provende est automatisée.

#### **II.1.2 Caractérisation des machines de production**

Les machines utilisées dans l'usine ne sont pas disposées indépendamment mais sont reliées en un circuit automatique dont chaque machine dispose de ses caractéristiques particulières [2].

#### **LES BINS**

Les *bins* sont des réservoirs à grande capacité qui servent de stockage de produits (MP ou PF). On peut rencontrer les types de *Bin* suivants pour la société AGRIVAL S.A. :

Bins de stockage des MP avant remplissage de batch

Ils sont au nombre de 8 dont 2 *bins* de 8 tonnes chacun et 6 *bins* de 4 tonnes chacun. Ils facilitent le remplissage de batch des MP et contribuent à l'automatisme de la provenderie.

Bin de stockage intermédiaire avant broyage

Il sert de stockage pouvant contenir 1 tonne (soit un batch de produit). Il se trouve entre l'étape de remplissage de batch et l'étape de broyage.

Bins de stockage PF avant presse

Ils sont au nombre de 2 et servent au stockage des PF après le mélange avant la presse pour les produits en pellet.

Bins de stockage PF avant ensachage

Ils sont au nombre de 3 et sont utilisés pour stocker les PF avant ensachage

### **LA BALANCE**

La société dispose de trois types de balance utilisée :

- ♥ Balance de remplissage de batch des MP

Elle sert au remplissage de batch automatique d'un batch de production soit une (1) tonne de produit.

- ♥ Balance de vérification du poids des sacs de produit ou balance de magasin



**Figure 3: Balance de magasin (cliché auteur)**

- ♥ Balance de contrôle de qualité



**Figure 4: Balance de Contrôle qualité (cliché, auteur)**

## LE BROYEUR



**Figure 5: Type de broyeur utilisé [2]**

Caractéristiques et principe de fonctionnement.

Le broyeur de la société est un broyeur à marteau de grande capacité. La vitesse de broyage est réglable selon le type de produit à fabriquer suivant un logarithme qui n'est pas mentionné pour raison de confidentialité. Le sens de rotation de l'axe est à changer après 10h de travail, un marteau est utilisable des quatre (4) angles, quand les quatre (4) cotés sont usés, le marteau est à remplacer.

Le fonctionnement du broyeur est comme suit :

Après le remplissage de batch automatique du batch de 1 tonne, le produit reste dans le *bin* de stockage intermédiaire de MP en attendant le broyage. Le broyeur déjà actionné, le produit est déversé automatiquement dans le compartiment d'alimentation et est broyé par les marteaux. Ensuite, le produit broyé est projeté sur la paroi perforée à l'intérieur du broyeur pour enfin atterrir dans la chambre de réception du broyat. Le broyage s'arrête automatiquement quand la durée indiquée et entrée par le PLC au poste de commande est écoulee.

## LE MELANGEUR



**Figure 6: Type de mélangeur utilisé [2]**

Caractéristiques et Principe de fonctionnement :

Le type de mélangeur utilisé par la société est un mélangeur à pale. A ce stade, les produits nécessitant un broyage sont déversés du broyeur automatiquement tandis que ceux ne nécessitant plus de broyage sont ajoutés au poste ajout manuel et pré-mélange. C'est ensuite que le mélange se poursuit et s'arrête automatiquement après que la durée de mélange insérée par le PLC soit écoulée.

## LE PELLETT MILL

### **Le pellet**

Le PELLET MILL est constitué de 3 compartiments : le feeder, le conditionneur et la presse.

D'abord les produits broyés et mélangés entrent dans le feeder qui comme son nom l'indique est le compartiment d'alimentation en produit.

Après, il est conditionné dans le compartiment conditionneur par aspersion à la vapeur avant la presse. En arrivant dans la presse, les rouleaux, pressent le produit conditionné sur une paroi perforée dit « rouleau de DIE » et le dit diamètre anneau « DIE » est le diamètre des perforations de cette paroi. C'est après que la machine découpe le granulé selon la longueur déjà préétabli suivant le type de produit.

### **Le refroidisseur**

Le produit atterrit après pelletisation dans le réservoir du refroidisseur et le système de refroidissement est du type convection. L'air frais emporte du bas du réservoir vers le haut l'humidité et la chaleur du produit en soufflant du bas vers le haut. L'air chaud obtenu en haut du réservoir est ensuite aspiré et recyclé pour continuer le processus de refroidissement.

### **Le CRUMBLER**

Cette étape est spécialement dédiée aux produits du type miette. A cette étape, le produit passe à travers le crumble et est découpé par passage des couteaux dont l'écartement est réglé par le service maintenance. Les valeurs de l'écartement ne sont pas mentionnées pour question de confidentialité.

### **L'ENSACHAGE**

Après refroidissement, le produit est emballé dans des sacs de 50kG par une machine de « packing ». Le produit est pesé automatiquement par la machine à 50kG avec une marge d'erreur de (+) 100g. Puis par un bras automatique, le produit se déverse dans le sac et l'Opérateur ensache ne fait que le réceptionner avec le sac et le coudre ensuite.

## **II.1.3 Autres matériels**

Matériels de mesure :

Le testeur d'humidité pour céréale

Ce type de testeur est facile à utiliser et très léger. Il est utilisé pour mesurer l'humidité du produit.



**Figure 7: Testeur d'humidité pour céréales (cliché, auteur)**

Un mètre ruban



**Figure 8: Mètre ruban (cliché, auteur)**

Le mètre ruban utilisé est celui utilisé dans la maçonnerie dont la longueur peut atteindre 20m. Il est utilisé pour le dimensionnement de l'entrepôt de stockage des MP de la société.

Un chronomètre

Nous avons utilisé le chronomètre électronique pour chronométrer la durée de chaque étape de la production durant le mois de décembre de l'année 2014.

Un bloc note

Le bloc note a été utilisé pour l'enregistrement des informations durant le travail à l'usine.

L'outil Excel et Word

L'outil Excel a été utilisé pour le traitement des données obtenu de chaque mesure et l'outil Word a servi à la rédaction.

## **II.2 Méthodologie de recherche**

Afin de mener à bien nos travaux de recherche sur l'optimisation de la qualité des PF au sein d'une provenderie, nous avons posé les objectifs suivant pour le cas de la provenderie AGRIVAL S.A.

### **II.2.1 Objectif Général**

L'objectif Général que nous posons est le suivant : Optimiser la qualité des PF de la provenderie.

### **II.2.2 Objectifs Spécifiques**

Afin d'atteindre l'objectif général posé, nous poseront les Objectifs spécifiques suivant :

#### ***OS1 : Optimiser la qualité des MP***

Pour atteindre une qualité optimale dans les PF, il est logique de vérifier la qualité des MP entrant en production. Pour le cas de la société AGRIVAL, nous allons voir le cas de deux MP :

- Cas particulier du maïs
- Cas du tourteau de coton

#### ***OS2 : Optimiser la qualité de la production proprement dite***

Les matières premières elles seules ne peuvent pas assurer la qualité des PF sortant mais aussi, le procédé de fabrication peut altérer l'état du produit le long du circuit. Pour pouvoir optimiser le procédé de fabrication, les facteurs suivant sont à considérer :

- Les machines de production
- Les paramètres de production : temps de production, paramètres physicochimique de la production ( $P^\circ$  d'air,  $P^\circ$  de vapeur,  $T^\circ$  de refroidissement de produit,  $T^\circ$  de presse,  $T^\circ$  de stockage des MP et des PF),
- Le personnel de production
- La méthode de travail au sein de la production

#### ***OS3 : Optimiser la qualité du PF postproduction :***

Enfin, des matières premières et un procédé de fabrication de bonne qualité ne peuvent assurer à eux-seuls la qualité des PF. La conduite postproduction de l'aliment y contribue également. Pour se faire, nous considérerons les faits suivants :

- le suivi de la qualité des PF : les non-conformités récurrentes.
- la conservation du produit : emballage, effet du stockage

Suivant les objectifs à atteindre, les hypothèses suivantes ont été posées :

**Hypothèse n°1** : *Le suivi de la qualité des MP au sein de la provenderie est insuffisant*

**Hypothèse n°2** : *Le processus de production d'aliments pour animaux d'élevage de la société présente des défaillances*

**Hypothèse n°3** : *Le contrôle qualité postproduction des PF est insuffisant*

Afin de vérifier ces trois hypothèses, la méthodologie suivante a été utilisée et pour chaque étape correspond des méthodes de travail.

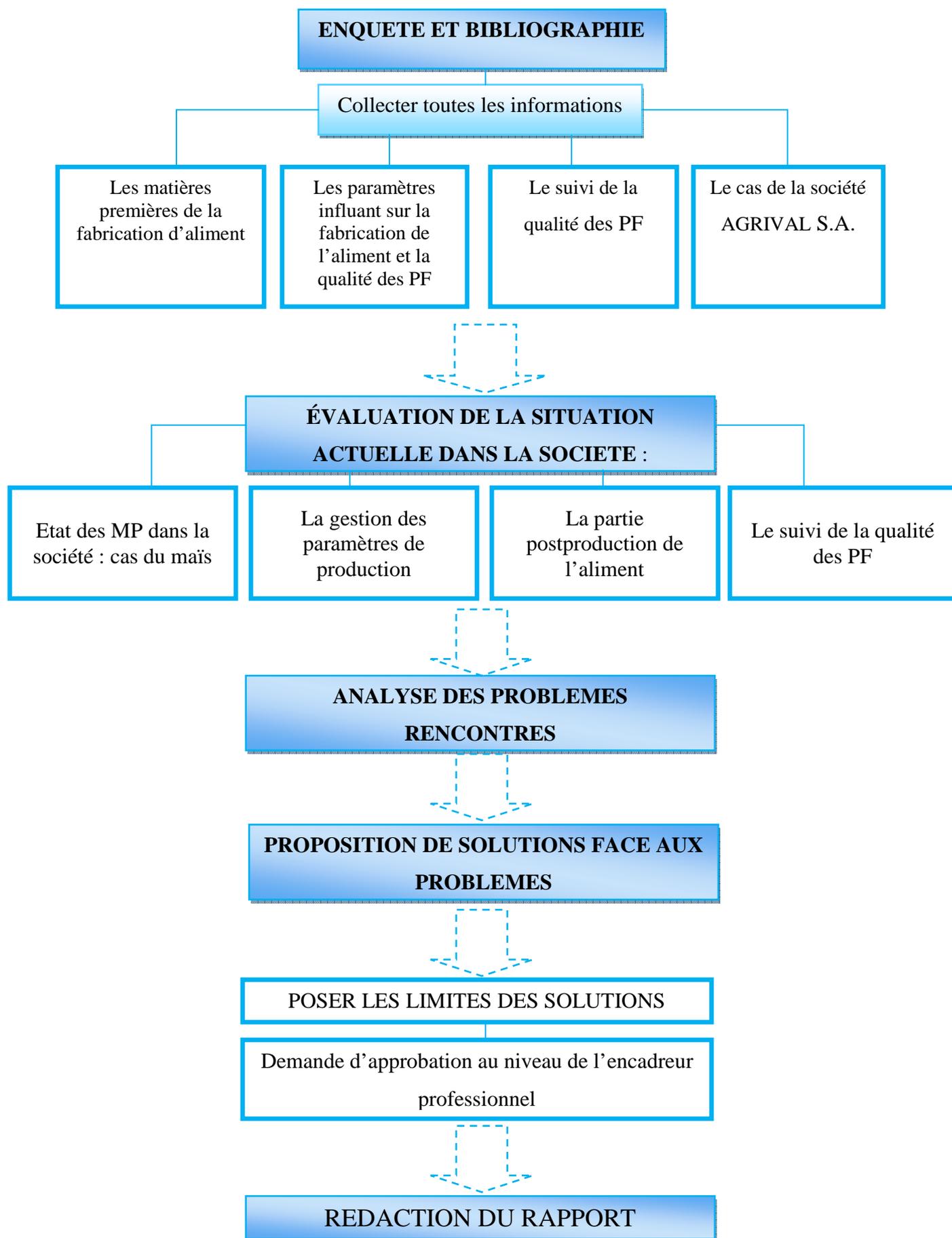


Figure 9: Méthodologie de travail

## **II.2.3 Collecte des informations**

### **II.2.3.1 Les MP**

Pour le cas des MP de la société, nous avons utilisé les méthodes suivantes pour recueillir les informations sur les MP de la société ainsi que les éventuels problèmes rencontrés durant la production.

L'étude consiste à voir de près l'état des MP de la société allant de la réception vers l'entrée en production. Pour se faire, nous avons jugé plus approprié de :

- suivre la réception de MP de la société de l'année en cours (2014) en consultant les fiches de réception MP chez le magasinier
- évaluer approximativement les besoins mensuels en MP de l'usine de production en utilisant les fiches d'entrée de MP en production de l'année en cours (2014)
- contrôler l'état du stockage des MP dans l'usine en enquêtant au niveau des magasiniers et en observant dans l'entrepôt de stockage
- utiliser les données du service maintenance sur le dimensionnement de l'entrepôt de stockage ainsi que la répartition spatiale du stock
- suivre le contrôle de la qualité des MP avec le CQ à chaque début de production pour voir le contrôle actuel des MP avant production.

### **II.2.3.2 La production proprement dite**

Comme pour les MP la collecte de l'information sur le procédé de fabrication et les paramètres de fabrication a été effectuée suivant les méthodes suivantes :

#### **II.2.3.2.1 Les machines de production**

Afin de recueillir des informations sur chaque machine constituant la provenderie automatique, nous avons procédé comme suit :

- effectuer des enquêtes au niveau du service maintenance
- consulter les documents techniques de chaque machine
- enquêter au niveau des opérateurs de postes
- relever les problèmes des machines de production
- enregistrer les données obtenues

### II.2.3.2.2 Les paramètres de production

#### II.2.3.2.2.1 La durée de chaque étape de la production

Afin de connaître et de voir de près la réalité sur la gestion de la durée de chaque étape de production, nous avons utilisé les méthodes suivantes :

- enquêtes auprès des PLC et superviseur de production pour la gestion de l'automatisme des machines et la gestion de la durée de production, les normes utilisées par les PLC,
- chronométrage de chaque étape en temps réel pour obtenir la réalité de la durée de production
- consultation des fiches de poste pour certaines étapes
- observation de la production journalière pour en tirer les causes probables de l'excès du paramètre attente produit

#### II.2.3.2.2.2 Les problèmes rencontrés et leurs causes :

Comme pour la collecte des informations sur la durée de chaque étape, nous avons utilisé les méthodes suivantes pour l'analyse des causes de la variation de la durée de chaque étape :

- enquêtes à chaque poste, au niveau des PLC et des superviseurs de production pour obtenir les causes éventuelles de la variation de la durée des étapes
- consultation des fiches de poste et des évaluations de l'efficacité machine dans lesquels sont enregistrés les durées de chaque étape et certaines des causes de variation.
- observation en temps réel et chronométrage de chaque étape

#### II.2.3.2.2.3 Chronométrage et enregistrement

Pour le cas de l'enregistrement des durées réelles de chaque étape, nous avons jugé plus approprié de chronométrer en temps réel le temps de production dans l'usine surtout pour les étapes suivantes :

Le remplissage de batch

Le broyage

Le mélange

Etant donné la continuité du processus de fabrication des aliments pour la société, il est un peu difficile de séparer distinctement les opérations unitaires surtout pour le cas de la

pelletisation et de l'ensachage, donc pour ces deux étapes, nous avons opté pour la consultation, des fiches de poste pour évaluer la durée.

#### *II.2.3.2.2.4 La pression de vapeur et la pression d'air, la température au niveau de la presse*

Pour obtenir les informations sur ces paramètres, nous avons effectué des enquêtes et nous avons également consulté les fiches d'enregistrement du poste presse dans lesquels sont notées les variations de la température et la pression de vapeur.

### **II.2.3.3 La postproduction**

#### **II.2.3.3.1 Le suivi de la qualité du PF**

##### Cas particuliers des non-conformités enregistrées :

Enquêtes et entretien

Nous nous sommes adressés au responsable qualité, aux assistantes qualités et aux contrôleurs qualités de la société pour obtenir les informations sur le suivi de la qualité des PF.

Consultation de document d'enregistrement

Dans le cadre de l'amélioration continue de la qualité du PF de la société, dans le manuel qualité de la société figure l'enregistrement des non-conformités comme indicateur de performance. Cet enregistrement comporte les fiches des Non-conformités Internes (NCI) qui décrivent les informations suivantes :

- Nom du produit
- Le service qui a enregistré la non-conformité
- La date d'observation et de détection de l'anomalie
- L'analyse des causes
- Les mesures préventives envisagées
- Le résultat après essai d'application des mesures préventives.

Pour le cas des Non Conformités Externes (NCE), les enregistrements figurent également dans le manuel et la fiche de réclamation client porte les informations suivantes :

- Date de réclamation
- Nom du produit
- Date d'achat du produit

- Numéro d'étiquette du produit
- Anomalies observés sur le produit
- Date de livraison (probable à apparaître selon le client)

### Contrôle de la qualité des PF durant le stockage en postproduction

Des enquêtes au niveau du responsable qualité, le contrôleur qualité ainsi que les opérateurs de production ont été effectuées et nous avons également consulté les enregistrements du service qualité pour avoir les informations nécessaires.

#### **II.2.3.3.2 Le stockage des PF**

Des enquêtes au niveau des magasiniers du magasin de PF et nous avons recueilli des informations sur le stockage de l'aliment dans l'entrepôt par :

- ♥ Des recherches dans la bibliographie
- ♥ Des enquêtes au niveau des magasiniers
- ♥ Une observation dans l'entrepôt
- ♥ La consultation des fiches d'enregistrement de poste

### **II.2.4 Analyse des problèmes rencontrés**

Il s'agit d'étudier à chaque niveau de la production d'aliment pour animaux d'élevage, les divers problèmes rencontrés en trouvant leurs causes pour pouvoir proposer des solutions adéquates. Pour ce faire les méthodes utilisées sont les suivantes :

- ♥ La méthode des 5M
- ♥ La méthode des 5 pourquoi ?

Ces deux méthodes ont été combinées pour déterminer l'origine de chaque problème.

#### **II.2.4.1 La méthode des 5M**

Cette méthode est utilisée lors de la mise en place d'un système de qualité du type HACCP. Elle est utilisée pour l'analyse des dangers afin de trouver le point critique à contrôler. Elle consiste à trouver les causes de chaque problème trouvé. [3], [12]

Dans cette méthode, les sources du problème rencontré peuvent être :

- ♥ Les MP
- ♥ Le Matériel
- ♥ La Méthode de travail
- ♥ Le Milieu de travail
- ♥ La Main d'œuvre

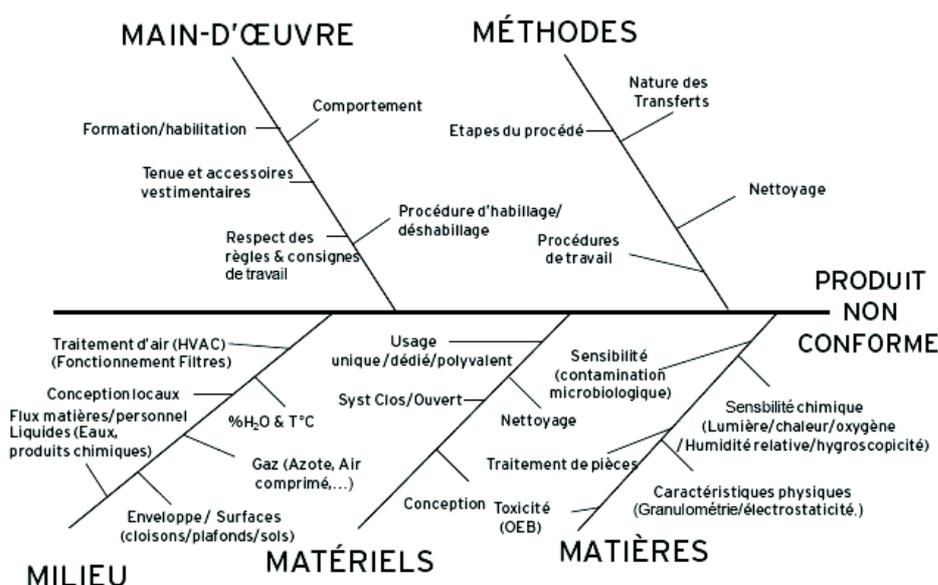


Figure 10: Diagramme d'ISHIKAWA [3], [12]

En classifiant les sources du problème ainsi, il est plus aisé de trouver le point à maîtriser sur l'étape de production concernée.

#### II.2.4.2 La méthode des 5 POURQUOI

Cette méthode d'analyse permet de rechercher les causes d'un problème, d'un dysfonctionnement. Elle repose sur un questionnement systématique destiné à remonter aux causes premières possible d'une situation.

La démarche consiste à poser la question "POURQUOI" au moins cinq fois de suite pour être sûr de remonter à la cause première du problème. Il suffit ensuite de visualiser les cinq niveaux sous forme d'arborescence.

Exemple :

**Problème** : Le Problème est que le produit fini est poudreux.

**1. Pourquoi le produit est poudreux ?**

Le produit est poudreux car il est trop friable.

**2. Pourquoi le produit est friable ?**

Il est friable car durant la presse, le produit a accumulé une humidité élevée et durant le refroidissement il devient friable.

**3. Pourquoi le produit a accumulé une humidité élevée ?**

L'eau ajoutée durant la presse a été d'une quantité assez élevée.

**4. Pourquoi l'ajout d'eau est-elle d'une quantité élevée ?**

L'humidité des MP entrant en production n'a pas été prise en compte.

**5. Pourquoi l'humidité des MP entrant en production n'a pas été prise en compte ?**

Le contrôle de l'humidité des MP entrant en production n'est pas mise en place.

En combinant ces deux méthodes nous avons pu déterminer l'origine de chaque problème rencontré dans la production.

## **CONCLUSION PARTIELLE**

Durant l'étude, beaucoup ont été les choix de matériels et de méthodes à utiliser. Cependant, les méthodes citées auparavant ont été jugés les plus appropriés. Des matériels simples et disponibles sur le lieu de travail, la méthode des 5 M, la méthode des 5 pourquoi sont des outils qualité utilisés couramment et facile à manipuler. Les résultats à voir ultérieurement sont obtenus de la simplicité et de la facilité d'emploi de ces méthodes.

## **PARTIE III. RESULTATS**

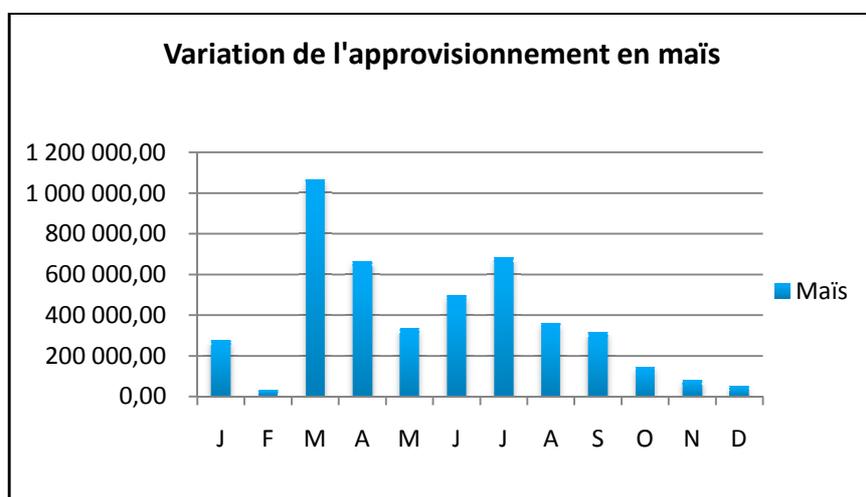
### **III.1 Les matières premières entrant en production**

Les MP utilisées dans la fabrication d'aliments pour animaux sont diversifiées suivant leurs apports nutritifs et le choix de la société sur leur utilisation. Le maïs est la MP qui prend le plus de place dans la formulation de l'aliment. Pour le cas de la société AGRIVAL S.A, il est considéré comme le facteur le plus critique qui assure la qualité de ses produits. C'est la raison pour laquelle nous prendrons le cas particulier du maïs pour l'optimisation de la qualité des MP.

#### **III.1.1 L'approvisionnement en MP de la société: cas particulier du maïs**

La plupart des MP de la société proviennent du marché local sauf pour quelques-unes qui sont importées (le tourteau de soja, les concentrées). Les fournisseurs contactent le responsable de l'approvisionnement pour connaître si la société est en mesure de recevoir le produit. Si la société est en mesure de recevoir le produit, le fournisseur apporte son produit.

L'approvisionnement en maïs de la société varie suivant le temps et la quantité n'est pas constante



**Figure 11: Variation de l'approvisionnement en maïs en 2014 [2]**

Dans ce graphique, la réception de maïs de l'année 2014 dure toute l'année car la société a tendance à accepter toute livraison. Ce fait est dû selon nos enquêtes à :

Une crainte de rupture de stock

Le cas de fournisseur régulier n'est pas encore pris en compte :

La raison est que pour le cas de Madagascar, choisir un fournisseur local, c'est être confronté à un fournisseur dont il ne peut être prévu exactement, ni la quantité qu'il fournira, ni la période à laquelle il fournira le produit.

La forme de contrat avec les fournisseurs :

Le contrat avec les fournisseurs de MP de la société est une lettre d'intention qui consiste à indiquer dans le document le nom du fournisseur et la description de son produit ; il est également mentionné dans ce document, l'engagement du fournisseur envers la société de livrer et d'assurer l'arrivée du produit. Une date de livraison y est également mentionnée avec une marge de 2 à 3 jours.

### **III.1.2 Le stockage des MP :**

Le stockage consiste à conserver la qualité d'un produit jusqu'à son utilisation finale. Le stockage d'un produit influe considérablement sur la variation de sa qualité (nutritionnelle, microbiologique et physique).

#### **III.1.2.1 Les entrepôts**

La société dispose de quatre entrepôts de stockage des MP :

L'entrepôt de l'usine

Trois autres stockages en dehors de l'usine

Les stockages autres que l'entrepôt de l'usine à Ambohibao sont destinés au stockage des MP autres que le maïs.

#### **III.1.2.2 Disposition des stocks de MP**

Durant le dernier audit externe sur l'obtention de la certification ISO 9001 :2008 de la société, une disposition des MP dans l'entrepôt a été établie et a obtenu l'approbation des responsables, d'après la figure suivante :

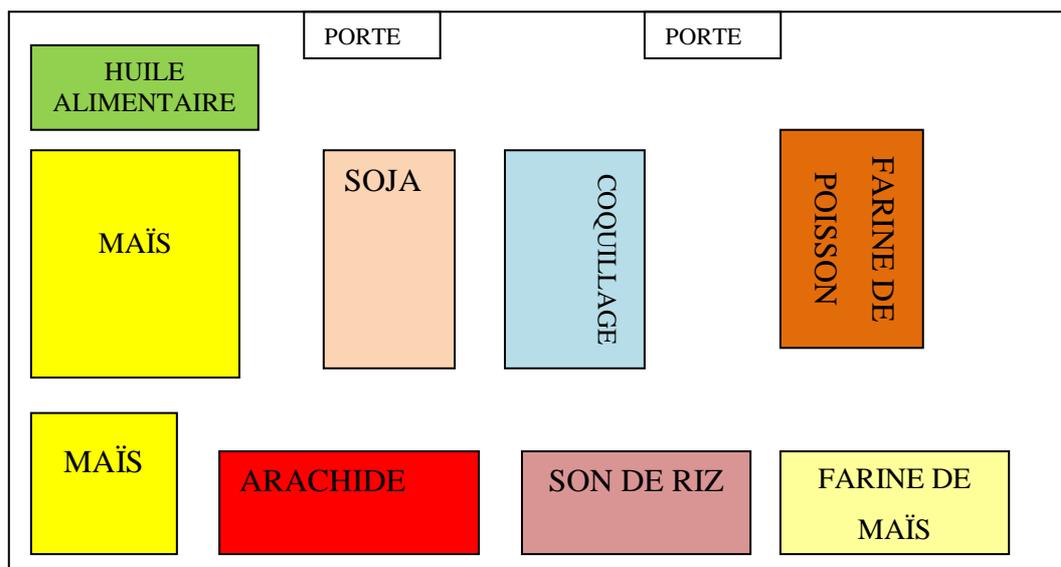


Figure 12: Disposition du stock de MP en juin 2014 [2]

Cette disposition des MP du mois de Juin 2014, dans le stockage facilite le déplacement des produits et la gestion de stocks par FIFO. Cependant depuis peu, cette disposition n'est plus et la gestion du stock de MP notamment le cas du maïs connaît beaucoup de difficulté. La disposition actuelle est la suivante :

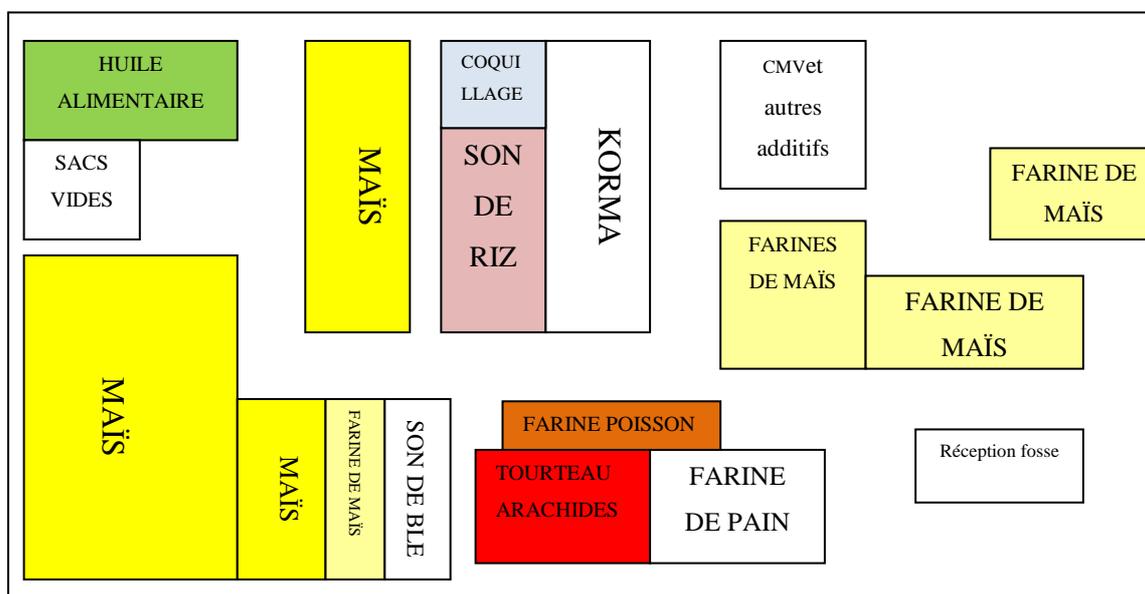


Figure 13: Disposition du stock de MP en Novembre 2014 [2]

Cette disposition des MP du mois de Novembre 2014 n'est pas fixe et varie selon l'arrivée des MP. Par exemple, si une place est libre et qu'une MP arrive, la place libre est à sa disposition quelle que soit sa nature. Cette disposition est également représentée en croquis car il n'y a pas de disposition exacte avec dimensionnement des produits stockés.

### **III.1.2.3 Cas particulier du maïs**

Le maïs est un produit périssable et très sensible. Faisant partie des céréales, il est une excellente source d'énergie, de fibre et de protéines mais aussi de vitamines et de minéraux. Il est aussi classé parmi les aliments encombrants.

Dans la plupart de la formulation d'aliments pour animaux d'élevage, le maïs occupe environ 50% de la composition et donc un volume plus important dans le stockage par rapport aux autres MP. Cependant, étant un produit d'alimentation, il ne peut être stocké dans les entrepôts autres que celui de l'usine en raison des risques à courir comme le risque de vol, ou la difficulté de surveillance

La qualité du maïs est également un des facteurs les plus importants dans la qualité du produit fini.

Le stockage du maïs occupe :

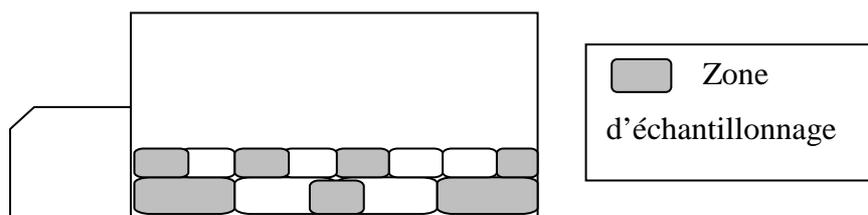
Une place dans l'entrepôt de stockage à l'usine pouvant supporter jusqu'à 500 tonnes de maïs

Trois silos de 425 tonnes chacun

Soit un total de 1775 tonnes de stockage.

### **III.1.3 Le contrôle qualité des MP de la société**

Le contrôle de la qualité des MP est effectué à l'arrivée de la livraison et se fait par un échantillonnage. Le CQ (contrôleur de qualité) prélève les échantillons dans le véhicule qui transporte le produit en s'assurant que l'échantillon soit bien représentatif du lot. Pour se faire, le prélèvement se fait comme suit :



**Figure 14: Zone d'échantillonnage dans le camion de déchargement, [2]**

Après, l'échantillon est testé .Si le produit est conforme (c'est-à-dire l'humidité du produit est inférieure à 16.5%), le fournisseur est prévenu et le produit peut être stocké dans le magasin à MP. Dans le cas contraire, le produit est refusé ou le fournisseur négocie avec le Directeur pour un rabais de prix dans le cas où l'humidité du produit est acceptable.

Après que le produit soit autorisé, le contrôleur qualité prélève un échantillon représentatif du produit à 300g près qu'il stockera dans *l'échantillo-thèque* et sur lequel une étiquette est collée.

Le choix de l'échantillon de 300 g est basé sur l'éventuel usage dans un laboratoire d'analyse qui sera installée d'ici peu au sein de la société dans le cadre de la certification ISO de cette année. Les 300g de produits serviront pour l'analyse granulométrique et le test de durabilité (50g) et pour l'analyse bromatologique (250g).

Comme tout autre poste, les opérations sont enregistrées dans une fiche que le contrôleur de qualité se doit de remplir correctement. Cette fiche contient :

- La date de réception du produit
- Le N° BL/BR, le nom du produit
- Les résultats du contrôle effectué : le taux d'humidité

### **III.2 Le processus de production**

Le processus de production dans une usine de fabrication de provende est constitué de divers facteurs à maîtriser dans la fabrication. Ces facteurs peuvent être regroupés comme suit :

- Les machines de production
- Les paramètres de production
- Conduite de la production

- Le personnel opérant au sein de la production

Pour le cas de la société AGRIVAL S.A., le processus de production est automatique et ce type de processus est rencontré dans les provenderies dite provenderie automatique. Les machines de productions citées ci-après sont disposées dans un circuit automatique commandé au tableau de commande par le PLC.

### **III.2.1 Les paramètres de production**

#### **III.2.1.1 Le temps de production : durée de passage à chaque étape**

Le temps de production est défini comme étant la durée totale de passage des MP dans les machines de transformation jusqu'à l'obtention du PF.

Durant notre stage au sein de l'entreprise, nous avons effectué un chronométrage pour évaluer la durée de passage à chaque étape. Nous avons également consulté les documents sur chaque machine de production, les fiches d'enregistrement des tâches pour chaque poste et nous avons mené des enquêtes au niveau des opérateurs pour connaître la réalité sur la durée des étapes.

Deux types de normes ont été observées durant notre stage :

#### **La norme réelle**

Cette norme est imposée par le PLC et les superviseurs de production suite à leurs expériences dans la production. Aussi, les premiers à obtenir la formation sur les machines de production vers le début de fonctionnement de l'usine ont été le PLC et les superviseurs de production.

#### **La norme théorique**

Cette norme par contre est donnée par les documents techniques de chaque machine et qui est donnée par le fabricant et est indiquée dans la fiche technique de chaque machine.

#### **L'« Attente produit »**

Outre les normes de durée, nous avons également observé le paramètre « attente produit ». C'est une durée d'attente d'un poste qui signifie une pause en attente de la circulation du produit dans la machine.

Comme exemple, la pelletisation au poste « presse » : à ce poste l'attente produit signifie qu'il n'y a pas de produit à presser et que l'opérateur est en attente du produit en provenance du *bin* de stockage de produit avant presse.

Dans le document qualité de la société figure le paramètre attente production comme paramètre d'évaluation de l'efficacité de chaque machine. Cet enregistrement contient l'enregistrement de la durée de chaque étape ainsi que l'enregistrement des causes d'arrêt de pannes ou « attente produit ».

### **III.2.1.2 La pression d'air et de vapeur**

Dans l'automatisme de la provenderie, l'ouverture des portes de chaque machine pour le passage vers la suite du processus fait intervenir des commandes pneumatiques. Le système de refroidissement des granulés, le système d'ensachage fait également intervenir ce type de commande. La vapeur est utilisée lors de la presse pour les produits en granulés. Une chaudière est chargée de la production de vapeur dans l'usine de production.

### **III.2.1.3 Le facteur température**

Les parties du circuit, pour la société AGRIVAL S.A., qui présentent la considération de la température sont les suivantes :

- Température de stockage dans les silos pour les MP
- Température de la presse des granulés
- Température de refroidissement
- Température des PF à l'ensachage

Les thermomètres sont installés pour chaque partie du circuit citée ci-dessus sur les machines de production près de plaques signalétiques.

## **III.2.2 Le contrôle qualité durant la production**

Pour le cas de la provenderie AGRIVAL, les contrôles qualité durant la production sont de deux types : contrôle qualité des MP et contrôle qualité des PF :

### **III.2.2.1.1 Contrôle qualité des MP :**

Comme vu précédemment dans les matières premières entrant en production, le contrôle qualité des MP est effectué à l'arrivée des MP au sein de la société et est effectué par les contrôleurs de la qualité.

#### III.2.2.1.1.2 Contrôle qualité des Produits Finis :

Ce paramètre fait partie de la postproduction du produit.

### **III.3 La postproduction de l'aliment**

Cette partie de la production regroupe : le contrôle de la qualité du PF en sortie de production, la conservation du produit et le suivi de la qualité du PF.

#### **III.3.1 Le contrôle de la qualité du PF après la production :**

L'échantillonnage est effectué lors de la sortie des produits à l'ensachage. Le prélèvement se fait tous les 10 sacs en constituant au final, un échantillon de 300g au moins. Ceci pour assurer la représentativité de l'échantillon pour tout le lot de produit.

Un échantillon de 50g est testé et le résultat est affiché sur l'écran d'affichage de l'appareil. C'est après que l'échantillon de 300g est stocké avec l'étiquette qui contient les informations nécessaires comme

- le taux d'humidité
- le nom du produit
- la date de production

Les MP et les PF après le contrôle habituel sont envoyés au laboratoire pour les analyses bromatologique et microbiologique. Le processus d'analyse en laboratoire est gardé confidentiel car le laboratoire étant assez récent, la société est en cours d'établissements des méthodes d'analyse dans le laboratoire.

#### **III.3.2 La conservation du produit**

La conservation de l'aliment sortie de la production consiste à l'emballage du produit à la sortie du circuit de production, aux pratiques de stockage de l'aliment.

##### **III.3.2.1 L'emballage du produit :**

L'emballage de l'aliment est un sac en polypropylène tissé sans doublure de couleur blanche, imprimé à l'encre (de couleur dominante orange). L'emballage peut contenir un produit de 50kG en général mais exceptionnellement la société produit des aliments à des poids inférieurs (les concentrés de 25kG, des commandes spéciales de 40kG). Le sac est à fond cousu et la fermeture est une couture avec du fil en polyester.

### **III.3.2.2 Le stockage de l'aliment**

L'aliment emballé est stocké dans un entrepôt de stockage des PF. Le produit est enregistré avec un système de lot de production par type de produit et par date de production.

Les piles de sacs sont en piles rectangulaire d'une hauteur de 10 sacs de PF et sont disposés suivant les normes de sécurité de manutention et de transport dans un entrepôt de stockage.

### **III.3.3 Le suivi de la qualité du PF**

A la sortie des machines du circuit de production, le produit est stocké dans l'entrepôt. Afin de suivre la qualité de ses produits, la société possède des enregistrements des éventuels défauts observés par les clients ainsi que les défauts observés durant le stockage des aliments. Ces défauts sont nommés des non-conformités.

Les non-conformités sont enregistrées dans des « fiche de non-conformité » et peuvent être internes ou externes à la société :

Une ***non-conformité est interne*** quand elle est observée durant la fabrication, durant le stockage ou avant la livraison. Tandis qu'une ***non-conformité est externe*** quand elle a été observé chez le client, c'est-à-dire quand le produit est considéré comme livré.

Les non-conformités externes(NCE) sont enregistrées dans les fiches réclamations client et celles internes sont enregistrées dans des fiches de non-conformités internes(NCI).

Afin de faciliter le suivi de la qualité des PF, durant notre stage technicien au sein de la société, une fiche produit a été établie pour la normalisation de l'apparence des produits finis de la société. Dans cette fiche, les détails suivants sont observés :

- Le nom du produit
- Code produit
- Type de produit
- Paramétrage des machines pour la production du produit
  - Vitesse du broyeur
  - Longueur couteau
  - Diamètre die
- Apparence du produit
  - Couleur

- Taux de « fines » dans le produit
- Longueur des granulés (produits granulés)
- Apparences des MP dans le produit (produits farines)
- Les données nutritionnelles du produit
- L'utilisation du produit

Tout défaut observé sur le produit ou sur la production elle-même qui ne correspond pas aux caractères notés dans cette fiche produit est une non-conformité. Parmi ces défauts on peut citer :

#### **Le mélange de produit :**

Le mélange peut être un mélange de granulé et de farine, de miette et de farine ou encore un mélange du produit avec des MP différents de celles de la formulation du produit.

#### **Le défaut d'apparence du produit**

Plusieurs cas peuvent être répertoriés : des granulés au lieu de miette, des MP pas assez broyées observées dans les PF, des produits trop poudreux.

#### **Le problème d'appréciation du produit par le client**

Ce type de défaut est recensé dans les fiches de réclamation clients.

#### **Des défauts de fabrication**

Les défauts de fabrication regroupent l'humidité trop élevée ou trop basse du produit, ainsi que bien d'autres défauts liés à la production de l'aliment elle-même.

**CONCLUSION PARTIELLE**

Les MP, la production en elle-même ou la partie postproduction présentent des défaillances à différents niveaux et dues à plusieurs situations qui font varier la qualité des produits finis.

Les hypothèses posées ont été vérifiées :

- *Le suivi de la qualité des MP au sein de la provenderie est insuffisant*
- *Le processus de production d'aliments pour animaux d'élevage de la société présente des défaillances*
- *Le contrôle qualité postproduction des PF est insuffisant*

Cependant, la vérification des hypothèses n'est pas suffisante, des solutions doivent être proposées.

## **PARTIE IV. DISCUSSIONS**

### **IV.1 Problèmes rencontrés**

#### **IV.1.1 Les MP entrant en production**

##### **IV.1.1.1 Le maïs**

###### **IV.1.1.1.1 Stockage du maïs : le stockage en entrepôt**

Le maïs est stocké dans l'entrepôt en piles d'une hauteur d'environ de 15 à 20 sacs et en forme rectangulaire, pouvant occasionner une chute des piles de sacs. Cette dernière conduit à la déchirure des sacs et à la contamination du produit ainsi qu'un mélange de produit.

Cette situation d'effondrement de pile et de déchirure de sac fait également objet de blocage pour le suivi du système First In First Out car les produits récents et ceux déjà stockés depuis longtemps se mélangent entre eux.

L'empilage des sacs de maïs est également un désordre avec la présence de sacs déchirés, un empilage irrégulier et non contrôlé.



**Figure 15: Le stockage des MP dans l'entrepôt**

#### **IV.1.1.1.2 Suivi de la qualité des MP**

##### ***IV.1.1.1.2.1 Le contrôle de la qualité***

Le contrôle de la qualité du maïs entrant en production est inexistant, conduisant à l'insuffisance d'informations sur le maïs entrant en production.

Durant le processus de fabrication, après insertion de la formule par le PLC, et démarrage du premier batch de produit (soit 1tonne), le Quality Controller (QC) prélève un échantillon de ce 1<sup>er</sup> tonnage de produit fini pour évaluer l'humidité. Cependant même en connaissant cette humidité, le PLC ne peut plus ajuster la teneur en eau de la formule pour la suite de tonnage de la production, donc le produit reste soit trop humide, soit trop sec surtout pour les produits granulés. Pour les produits farines, l'ajout d'eau du produit peut être ajusté dans le cas où le PF à produire de la journée de travail est produit en tranche. A l'exemple d'un PF à produire de 20T, dont la fabrication est divisée en 10T\*2, donc pour la seconde tranche, l'ajout d'eau peut être réajusté.

##### ***IV.1.1.1.2.2 Non-conformités liés à la qualité du maïs***

Les non-conformités les plus rencontrés liés à la qualité du maïs sont :

- La présence d'insectes dans le produit
- L'humidité élevée du produit (cas de produit farine)
- La couleur du produit
- Le produit un peu farineux : dû au maïs déjà poudreux par l'attaque des insectes durant le stockage

#### ***IV.1.1.2 Le tourteau de coton***

##### **IV.1.1.2.1 Utilisation du tourteau de coton**

*Particularité du tourteau de coton :*

En utilisant le tourteau de coton, sur nos échantillons observés, le circuit est toujours confronté à un problème en changement de production voire même pendant la production :

- Le circuit est bouché par les fibres de coton
- Les produits suivant celui qui en contient sont contaminés par les fibres

Ce problème du tourteau de coton est très critique car le produit contaminé est mal apprécié par les clients et le circuit bouché diminue l'efficacité des machines de production.

#### **IV.1.1.2.2 Le son de blé**

Le son de blé fait partie des ingrédients les plus utilisés après le maïs. Il est utilisé dans la fabrication d'aliment de porc. Cependant, suite à un problème de stockage du son (dans l'autre entrepôt que celui de l'usine), le son se compacte et devient des blocs.

Etant des blocs, le transfert du son de blé partant des *bins* de stockage vers la balance de remplissage de batch est difficile et nécessite le débouchage manuel des *bins*. Ce qui ralentit le processus et augmente le paramètre « attente produit » durant le processus.

### **IV.1.2 Les paramètres de production**

Durant nos travaux au sein de l'usine de production, parmi les missions qui nous ont été confiées est l'optimisation du temps de production. Les résultats suivants sont donc plus axés sur le paramètre « temps de production ».

Comme toute autre société de production, la société AGRIVAL S.A. a posé un objectif de tonnage à produire par jour. Cet objectif à atteindre constitue une évaluation de l'efficacité de la production.

Cependant, l'acquisition de l'objectif varie chaque jour suivant divers paramètres à gérer, parmi ceux

- ❖ La durée de chaque étape de la production
- ❖ L'état des machines de production
- ❖ La main d'œuvre opérant
- ❖ Le milieu de travail
- ❖ Les paramètres extérieurs : la JIRAMA, la livraison, l'achat des clients, etc.

#### **IV.1.2.1 La durée de chaque étape de la production**

Durant le mois de Décembre 2014, la durée de chaque étape de la production a été chronométrée au hasard sans préparation de telle sorte que les opérateurs n'aient pas à essayer de changer les paramètres. Le chronométrage est effectué de façon à obtenir une durée réelle pour chacune des étapes. Le tableau suivant montre la variation de la durée de chaque étape pris du mois de décembre dernier. Il est à remarquer qu'un échantillon (Ei) représente un

batch de produit. Les informations suivante concernent donc la production par batch de produit soit par tonne de produit.

**Tableau 2: Exemple de variation de la durée de chaque étape de la production par batch de produit et par type de produit, [2]**

<b>EXEMPLE DE VARIATION DE LA DUREE DE CHAQUE ETAPE DE LA PRODUCTION PAR BATCH DE PRODUIT ET PAR TYPE DE PRODUIT(en seconde(s))</b>										
PRODUIT FARINE	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10
	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F
REPLISSAGE DE BATCH	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120
BROYAGE	200	240	210	210	180	280	250	220	220	240
MELANGE	180	180	210	190	190	250	230	200	200	240
ENSACHAGE	360	360	360	480	240	300	900	300	300	180
PRODUIT GRANULES	E11	E12	E13	E14	E15	E16	E17	E18	E19	E20
	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
REPLISSAGE DE BATCH	120	120	120	60	120	120	120	120	120	120
BROYAGE	210	270	210	150	150	210	270	210	240	210
MELANGE	170	170	170	200	180	170	180	200	170	170
PRESSE	960	1020	840	960	1020	960	840	960	840	840
ENSACHAGE	1080	240	360	360	360	360	360	240	360	540

Sur un même type de produit (farine(F) ou pellet(P)), la durée n'est pas la même. Egalement, sur un lot de quelques batch d'un même produit, des changements de paramétrage peuvent être observés. Le tableau suivant illustre cette variation de durée sur un lot de produit dont l'exemple pris est un produit de type granulé de 15 batch soit 15tonnes d'un même produit

**Tableau 3: Variation de la durée de chaque étape sur un même produit(en seconde(s)), [2]**

<b>Variation de la durée de chaque étape sur un même produit(en seconde(s))</b>															
PRODUIT	DPC	DPC	DPC	DPC	DPC	DPC	DPC	DPC	DPC	DPC	DPC	DPC	DPC	DPC	DPC
REPLISSAGE DE BATCH	120	120	60	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120
BROYAGE	270	210	150	150	210	270	210	210	210	210	240	190	180	180	180
MELANGE	170	170	200	180	170	180	200	180	165	170	170	170	240	240	180
PRESSE	1020	840	960	1020	960	840	960	960	900	540	1020	840	840	840	900
ENSACHAGE	240	360	360	360	360	360	240	300	300	900	360	360	360	300	360

Afin de pouvoir observer la réalité sur la variation de la durée des étapes, nous avons comparé les durées que nous avons pu enregistrer sur le site avec les normes théoriques et les normes réelles.

Le tableau suivant montre les normes de durée de chaque étape utilisées par les opérateurs de la production :

**Tableau 4: Les normes de durée utilisées au sein de la société, [7]**

Etape de la production	Durées en secondes(s)		
	Normes réelles		Normes théorique
	Maximum	Minimum	
REMPLISSAGE DE BATCH	120	60	60
BROYAGE	240	165	180
MELANGE	240	180	150
PRESSE	960	720	600
ENSACHAGE	600	180	300

Pour la comparaison de la situation réelle et les normes citées dans le tableau, nous avons chronométré la durée de production durant le mois de décembre et nous avons obtenu les résultats sur 40 échantillons dont 20 produits sont de type farine, et 20 autres sont de type granulés dans le tableau suivant :

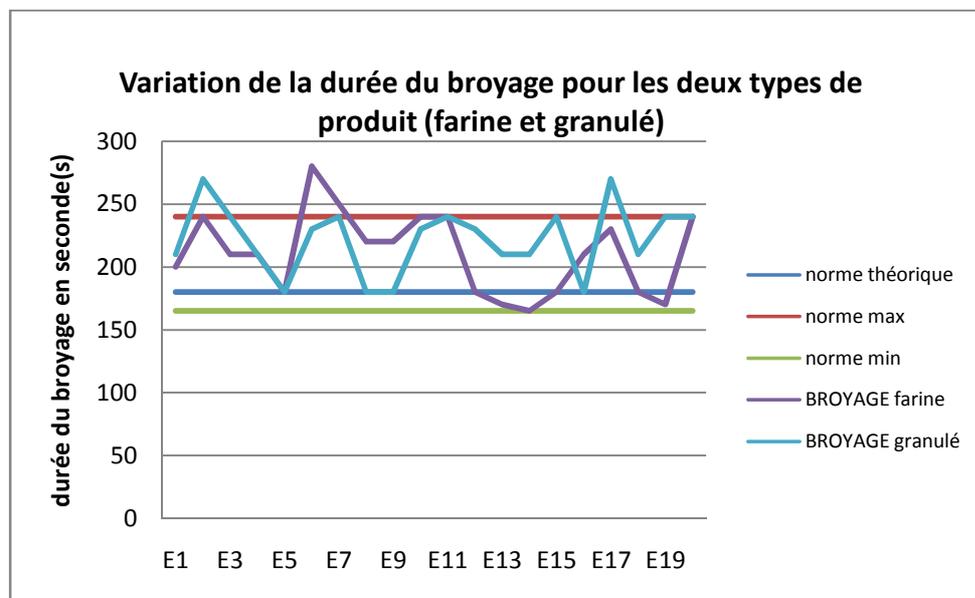
Tableau 5: La durée de chaque étape de production par batch de produit, [2]

Essai de chronométrage de la durée de chaque étape de production pour quelques échantillons de produit(durée en seconde(s))																						
		Echantillons																				
FARINE	ETAPE	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E15	E16	E17	E18	E19	E20	
		<b>REPLISSAGE DE BATCH</b>	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120
		<b>BROYAGE</b>	200	240	210	210	180	280	250	220	220	240	240	180	170	165	180	210	230	180	170	240
		<b>MELANGE</b>	180	180	210	190	190	250	230	200	200	240	300	165	300	180	230	165	170	180	220	230
		<b>ENSACHAGE</b>	360	360	360	480	240	300	900	300	300	180	600	300	450	450	360	300	600	900	300	240
GRANULE	ETAPE	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E15	E16	E17	E18	E19	E20	
		<b>REPLISSAGE DE BATCH</b>	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120
		<b>BROYAGE</b>	210	270	240	210	180	230	240	180	180	230	240	230	210	210	240	180	270	210	240	240
		<b>MELANGE</b>	170	170	165	165	180	220	190	180	165	220	220	220	170	170	170	180	180	200	170	165
		<b>PRESSE</b>	960	1020	1200	900	840	960	900	780	840	840	840	960	1380	540	1020	840	840	960	840	1200
		<b>ENSACHAGE</b>	1080	240	900	300	240	600	240	360	240	120	480	600	300	900	360	240	360	240	360	900

### Comparaison des résultats de chronométrage avec les normes de durée de la société

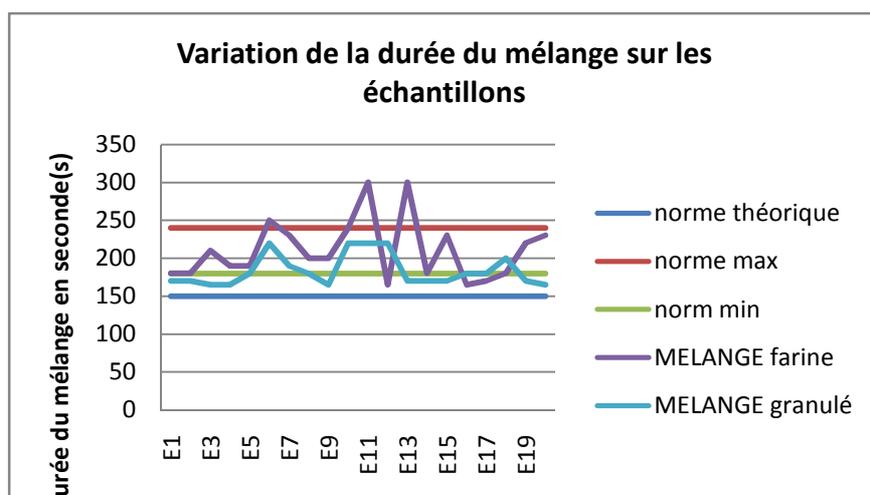
Partant des valeurs obtenues précédemment, une comparaison avec les normes citées auparavant a été effectuée et les résultats sont les suivants :

#### *La durée du broyage :*

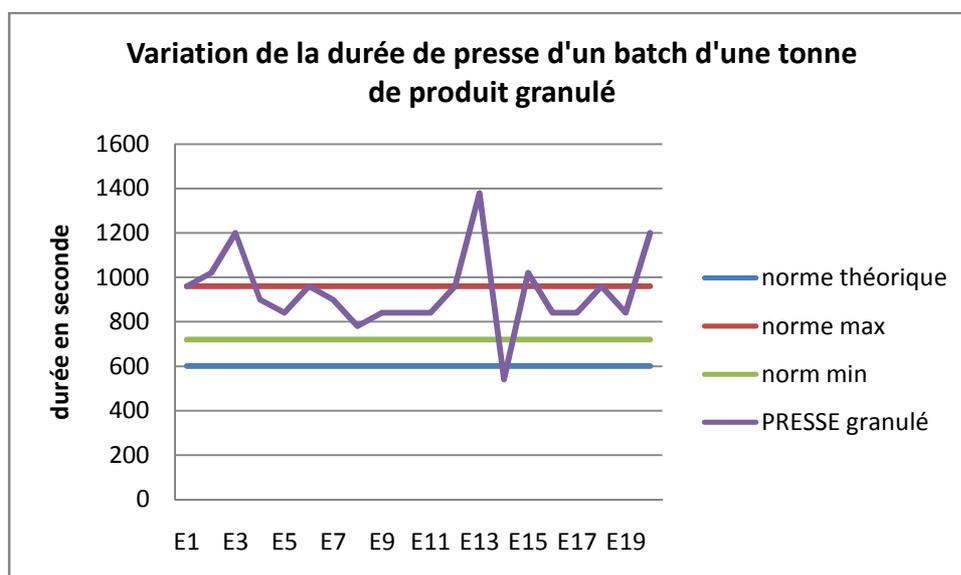


**Figure 16: Variation de la durée du broyage, [2]**

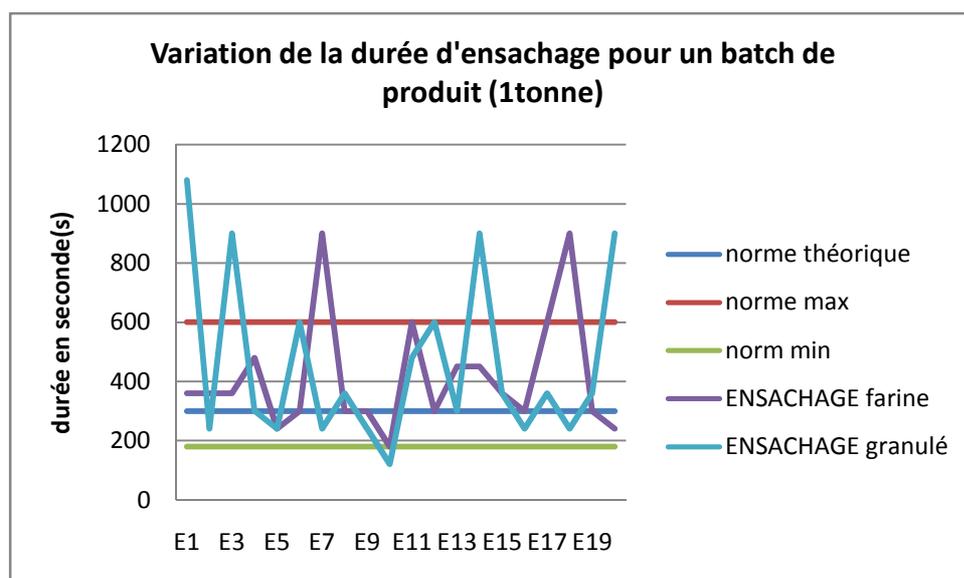
Sur ce graphique la variation de la durée chronométrée est très fréquente. La durée ne descend pas au-delà de la norme minimum mais peut augmenter au-delà de celle supérieure. L'augmentation de la durée du broyage est observée de façon ponctuelle mais répétitive sur les 20 échantillons.

*La durée du mélange***Figure 17: Variation de la durée du mélange, [2]**

Pour le cas de l'étape de mélange, la durée est très variable, cependant excéder les normes est moins fréquent que pour le cas de l'étape de broyage sur les 20 échantillons.

*La durée de la presse***Figure 18: Variation du temps de presse, [2]**

L'étape de presse est une étape dont la durée varie sans excéder les normes sauf pour les deux échantillons qui l'une excède la norme maximum et l'autre est au-dessous de la norme minimum de la durée.

*La durée de l'ensachage***Figure 19: Variation de la durée de l'ensachage, [2]**

Sur ce graphique, la durée d'ensachage est très variable sur les 20 échantillons et la variation est souvent au-delà de la durée maximum de l'ensachage.

Sur ces graphiques la variation de la durée de chaque étape de production apparaît très souvent, que ce soit sur un même type de produit, soit entre deux types de produit différents. Cette variation est due à diverses causes (cf. annexes 3, p78) et sont à l'origine de beaucoup de défaillance dans le produit fini.

Les effets de la variation de la durée de chaque étape

**Le remplissage de batch :**

Pour le cas particulier du remplissage de batch, la variation de la durée a un impact sur le temps de production et non sur la qualité des PF en sortie de production.

Le but du remplissage de batch étant le respect de l'automatisme de pesage de chaque batch et la précision en quantité des MP utilisé, jusqu'à atteindre le tonnage précis (un batch de 1 tonne de produit), il ne pose pas de problème que le temps de remplissage de batch soit plus long que prévu comme constaté pour les quelques premiers échantillons. Cependant, l'augmentation de cette durée est due à diverses raisons que nous avons pu voir à la production :

**Les bins de stockage MP sont vides ou les MP y sont insuffisant :**

Cette situation est très fréquente et elle est due à un retard sur le remplissage des *bins*, à la disjonction des convoyeurs MP vers balance, disjonction des capteurs de remplissage des *bins*

**Une défaillance sur l'ouverture des portes de la balance**

Ce type de problème est souvent rencontré en début de production et il est dû à une panne de courant, un problème de pression d'air pour l'ouverture des portes, une défaillance des vérins de la porte voire même, l'insuffisance du poids requis de MP (un batch de une (1) tonne).

La diminution de la durée de remplissage de batch par contre, d'abord, est un point positif pour la production. En effet, cette durée peut diminuer dans la situation où, les *bins* pour MP sont remplis à temps, les convoyeurs de MP vers la balance sont en parfait état, ou qu'il n'y ait aucune anomalie durant cette étape. Ensuite la durée du remplissage de batch peut être un point négatif dans le cas où cette situation soit à cause

- Une défaillance de la porte de la balance qui l'oblige à s'ouvrir plus tôt que prévu, ce qui peut provoquer l'insuffisance des MP
- Une anomalie (disjonction d'une partie du circuit antérieur : convoyeur) qui oblige le PLC à arrêter le remplissage de batch.

La variation de cette étape n'est donc pas un problème pour la qualité du produit fini.

**Séjour dans le bin de stockage intermédiaire avant broyage :**

La durée du Séjour dans le *bin* de stockage intermédiaire avant broyage est d'environ une (1) minute et sur les échantillons de produit, il n'y a pas eu de changement de la durée.

**Le broyage**

La durée de cette étape varie selon le type de machine utilisée, le paramétrage de la provenderie automatique ainsi que le type de produit à broyer.

La vitesse normale de broyage est distribuée de façon à ce qu'elle soit,

- Environ 35% de sa vitesse moyenne pour les produits en granulé
- Environ 15% de sa vitesse moyenne pour les produits farines,

- Et environ 15% de sa vitesse moyenne pour certains PF (type farine) dont le client a commandé à ce que la granulométrie soit un peu plus grande que d'habitude

Cette vitesse du broyeur est réglée selon nos enquêtes auprès des PLC comme suit :

- Pour les produits du type farine, la vitesse du broyeur est réglée suivant la granulométrie voulue du PF. Si le produit est par exemple destiné pour des poules pondeuses, les graines de maïs ne sont généralement pas trop broyées.
- Pour les produits en granulé, la vitesse du broyeur est réglée de manière à ce que tous les MP soient bien incorporés dans le granulé.

Pour diverses causes la durée de cette étape peut varier et cette variation influe sur deux points distincts de la production :

- Le temps de production :

Un broyage trop long diminue l'efficacité des machines de production car le temps de production d'un batch sera plus long que prévu, et donc le tonnage prévu de la journée ne sera pas atteint. Aussi le broyage long augmente le paramètre « attente produit » pour les postes postérieurs au broyage (mélange, pelletisation, ensachage)

Par contre, un broyage de courte durée est d'abord un signe d'anomalie dans le broyeur, dans les niveaux antérieurs au broyage, qui oblige le PLC à réduire le temps de broyage : Cette situation est très courante dans le cas où la porte du broyeur est bloquée, et ne peut ni se fermer ni s'ouvrir, le PLC impose de nouveaux paramètres de façon à obliger le broyeur à s'ouvrir plus tôt que prévu. Aussi, si le broyeur fonctionne normalement, la durée de broyage n'est pas rallongée. Le tonnage prévu est donc atteint et le risque d'attente produit des autres postes est évité.

- La qualité du produit :

L'influence de la durée du broyage est représentée sur diverses situations rencontrées dans l'usine de production.

#### ***Une durée de broyage trop longue :***

Si le broyage est rallongé par rapport à la normale (norme réelle de production),

- Le broyat obtenu séjourne plus longtemps que prévu dans la chambre de réception du broyat. Cette situation confronte le produit à un risque d'augmentation de la température du

produit et influe sur la variation de l'humidité du produit pour le cas des produits du type farine, le produit obtenu peut alors être un produit chaud.

Pour le cas des produits granulés, le produit qui séjourne trop longtemps dans la chambre de réception du broyat peut présenter une humidité trop basse provoqué par un réchauffement du produit dans le réservoir. Le broyat trop sec nécessitera beaucoup plus d'aspersion de vapeur au niveau de la presse. Le produit est donc trop humidifié au niveau de l'ajout d'eau et l'injection de vapeur à la presse. Au cours du refroidissement, le produit subit un craquement et devient friable. Ce type de problème donne lieu à une augmentation des « fines » du produit c durant le trajet dans le circuit jusqu'au poste ensachage se heurte aux parois des machine et les granulés se cassent.

#### ***Une durée de broyage trop courte:***

Cette situation peut soit être un point négatif pour la production, soit un point positif. Un point positif pour la raison que la durée du broyage court contribue à l'apparence du produit. Certains clients considèrent la présence de MP d'une granulométrie plus remarquable est un facteur d'appréciation du produit surtout pour le cas des produits farine.

Cependant, la diminution de la durée du broyage occasionne les non-conformités suivantes :

- Cette durée peut témoigner la présence d'anomalie au niveau du broyeur
- Les produits granulés peuvent être non homogène : la granulométrie des MP peut nuire à la presse du mélange et le granulé peut se casser facilement. Cette situation donne lieu à des PF trop farineux, à des taux de fines élevés.

#### **Le Mélange**

Le but du mélange est d'homogénéiser le produit avant ensachage (cas des produits farines) ou avant pelletisation (cas des produits granulés)

La variation de la durée du mélange agit en deux sens :

- La qualité du PF

Un bon mélange du produit assure une homogénéité du produit donc, une bonne qualité du produit. La variation de cette durée va compromettre l'homogénéité du produit s'il s'agit

d'une diminution car il serait possible que sur le tonnage total de produit, quelques sacs ne contiendraient pas toutes les MP de la production.

Une augmentation de la durée du mélange par contre donne un produit bien homogène ce qui pourrait dire que cette situation ne serait pas un problème pour la qualité du PF.

- Le temps de production

Une augmentation considérable (sur le graphique) de la durée de mélange augmente le temps de production d'un batch de produit et diminue la capacité des machines de production.

### *La pelletisation*

Cette étape est exclusivement pour les produits granulés.

Outre la variation du temps de production et la variation de l'efficacité de la machine (comme pour chaque opération unitaire de la production), la pelletisation constitue une étape assez critique.

Les problèmes les plus rencontrés provoquant la variation de la durée de pelletisation sont :

- La disjonction de la presse
- Des défaillances aux niveaux antérieurs à la pelletisation
- Des attentes de produits des circuits antérieurs

### *L'ensachage*

Les effets de la variation de la durée d'ensachage influent de la manière suivante :

#### Sur le temps de production :

Comme toute autre durée d'étape, la variation de la durée de l'ensachage du produit est un signe de défaillance soit au niveau de la machine d'ensachage, soit au niveau des circuits antérieurs à cette étape.

Une variation au niveau de la durée d'ensachage contribue à la variation de l'efficacité des machines de production en augmentant ou en diminuant la production journalière.

### Sur la qualité du produit :

La variation de la durée d'ensachage influe sur la qualité des PF

- Soit en donnant un produit mal pesée sous l'effet de la rapidité (durée d'ensachage courte)
- Soit un problème au niveau antérieur du circuit de production qui retarde l'ensachage du produit et augmente le paramètre attente produit au niveau du poste
- Soit donnant un produit de qualité inattendue car un séjour assez long dans le circuit peut changer la qualité du produit. Par exemple, le taux de « fines » dans le PF sortant augmente quand il est coincé dans le circuit.

### Le refroidissement

Cette étape a une durée théorique déterminée mais sa durée réelle n'est pas enregistrée jusqu'à ce jour.

### Le temps entre changement de production

Parmi les règles à respecter durant la production est le respect d'une pause de 5mn avant de changer de produit. Cependant, cette durée n'est pas respectée d'après notre observation du mois de décembre 2014

#### IV.1.2.2 Cas du refroidisseur

Un problème critique se présente à cette étape : la température du produit à la sortie est inconnue.

Vu l'insuffisance d'information sur la durée réelle de refroidissement du produit, il se peut que soit, le produit sort plus vite que prévu (mal refroidi) soit plus longtemps que prévu (le produit est resté trop longtemps dans le refroidisseur).

Cette situation est à l'origine de certaines des non-conformités du produit fini, comme :

- ❖ Le produit chaud
- ❖ PF poudreux
- ❖ PF trop sec et cassant
- ❖ Perte de poids du produit suite à son stockage : perte d'humidité par évaporation
- ❖ Risque d'absence d'uniformité du refroidissement du produit

### **IV.1.2.3 Le paramètre température**

Dans la fabrication des aliments pour animaux d'élevage, l'humidité du produit est un facteur critique. Cependant la variation de l'humidité dépend également de la température durant la production.

La société AGRIVAL est confrontée à quelques problèmes au niveau de la surveillance de ce paramètre dans la fabrication de l'aliment. :

- la température de stockage au niveau de l'entrepôt de stockage est inconnue
- la température de sortie en production du produit est inconnue

Le problème de température non contrôlée fait apparaître des non-conformités au niveau des PF qui sont ensuite réclamées.

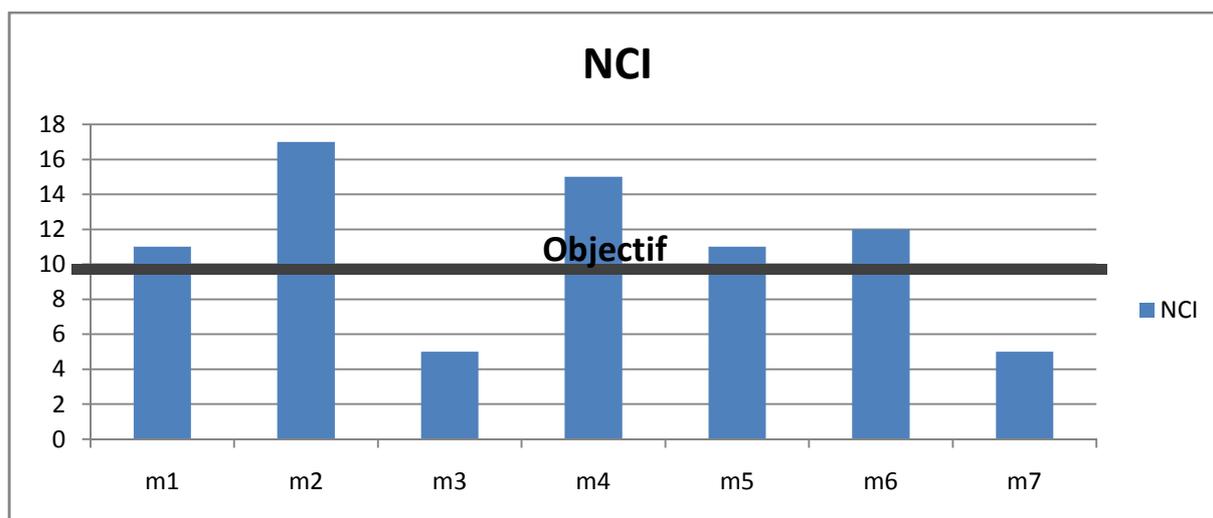
L'insuffisance d'information sur la température de stockage et celle de la sortie en production du produits rends difficile la conservation de la denrée.

## **IV.1.3 La postproduction**

Durant notre stage, il nous a été confié d'étudier les non-conformités observés au sein de la production et d'apporter des propositions de solution sur les problèmes liés aux non-conformités.

### **IV.1.3.1 Les non conformités récurrentes**

D'après les enregistrements du tableau de bord qualité de la société (mois de Mai - Novembre), la variation du nombre de non-conformité internes de la société est représentée par la figure suivante



**Figure 20: Variation du nombre de NCI au cours du mois de Mai- Novembre 2014, [2]**

Sur ce graphique, nous pouvons voir que l'objectif posé sur le nombre de non-conformités par mois n'est pas atteint. A cause de diverses situations durant la production et des défaillances des MP, des non-conformités d'apparence de produit, d'efficacité du produit ont été enregistrés.

Comme solution curative, la production procède soit à retravailler le produit, soit un recyclage en produit porc, soit un réarrangement du processus (comme exemple, pour les produit farineux à cause du stockage, délimiter la durée du stockage à 3 mois au mieux). Cette solution de recycler et de retravailler le produit présente un coût et c'est sur ce coût que les NCI au-delà de l'objectif posé sont des problèmes pour la production.

#### **IV.1.3.2 L'emballage du produit :**

Lors des réclamations produits (des Non-conformité externe), plusieurs sont les réclamations de mélange produit, des insuffisances de poids de produit, des confusions de produit (granulé au lieu de farine), comme vu précédemment. Cependant, le produit réclamé n'a pas de traçabilité dans le sens où la société n'a aucune assurance de son produit si par exemple :

- Le sac de produit n'a pas été ouvert pour qu'il y ait perte de poids, mélange de produit ou confusion de produit

- Le produit ne présente pas également un dispositif de sécurité comme quoi la société peut refuser une réclamation si ce dispositifs de sécurité a été volontairement ou involontairement abîmé par le client.
- L'emballage est aussi probablement un des facteurs des non-conformités (perte d'humidité, risque de moisissure,...)

### **Caractéristiques de l'emballage actuel du produit**

L'emballage de l'aliment est un sac en polypropylène tissé sans doublure de couleur blanche, imprimé à l'encre (de couleur dominante orange). L'emballage peut contenir un produit de 50kG en général mais exceptionnellement la société produit des aliments à des poids inférieurs(les concentrés de 25kG, des commandes spéciales de 40kG). Le sac est à fond cousu et la fermeture est une couture avec du fil en polyester.

Ce type d'emballage présente quelques problèmes :

- Le sac se déchire au fil du temps de stockage
- Il ya dégradation de la qualité de l'impression sur le sac

## **IV.2 Propositions de solution**

### **IV.2.1 Les MP entrant en production**

#### **IV.2.1.1 Réarrangement de l'entrepôt de stockage**

##### **IV.2.1.1.1 Plan de stockage des MP**

Selon la FAO, *une individualisation du stock peut faciliter la gestion et permettre un meilleur contrôle des denrées stockées*. Le plan de stockage consiste alors à regrouper les type de produit selon leur origine, leur type, voire même leur utilisation.

A cet effet on doit prévoir:

- ♥ Un écartement de 50 cm à 1 m environ entre les piles de sacs et les murs qui serviront d'allée d'inspection et de traitement;
- ♥ Des couloirs de manutention de 2 à 3 m de largeur dans les magasins importants (prévoir au moins un grand couloir central);
- ♥ Au-dessus des tas, une hauteur telle qu'un homme puisse se tenir debout en tout point du tas. En pratique réserver 1 m au-dessous du plafond

Cependant, ces dimensionnements peuvent être réduits pour l'économie de place dans l'entrepôt.

##### **IV.2.1.1.2 Empilage des sacs dans le magasin :**

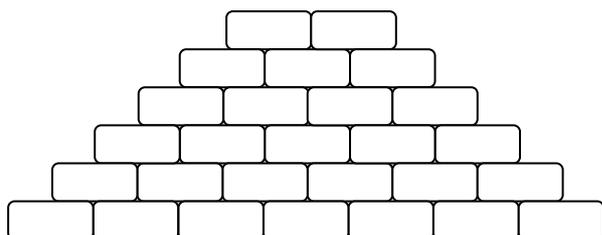
L'empilage des sacs est très important car un bon empilage facilite le décompte, le contrôle périodique des sacs, le nettoyage du magasin, la circulation dans le magasin et la gestion du stock dans le magasin. De même il rend la tâche difficile aux rongeurs. Il permet une meilleure conservation des sacs et évite les chutes occasionnant des accidents. Il favorise une bonne aération du magasin et du stock. [8]

L'empilage des sacs doit être soumis à certaines règles :

- Piles constituées par des sacs d'un même stock, de même nature et de même contenance
- Pratiquer la méthode d'écoulement du stock « FIFO » : écouler les vieux stocks et/ou ceux qui sont déjà infestés.

- Les palettes doivent être disposées suivant les consignes suivantes :
  - o Un espace de 50cm à 1m minimum entre le sommet des tas (piles) et le plafond du magasin
  - o Un espacement de 50cm à 1m entre les piles
  - o Une distance de 50cm à 1m entre le mur et les piles.
  - o Si possible, une allée de 1 à 2m doit être dégagée pour faciliter le déplacement dans l'entrepôt (entrée et sortie)
  - o Il est conseillé de ne pas dépasser une hauteur de pile de 3,5m correspondant à environ 10 couches de sacs
  - o Pour les quantités importantes avec des emballages plastiques, il est recommandé d'empiler les sacs en pyramide (module de formation sur stockage et conservation céréales)

La figure suivante illustre l'empilage en pyramide des sacs.



**Figure 21 : Empilage en pyramide, [8]**

Avec du sac polypropylène tissé ayant tendance à glisser, la hauteur est souvent limitée à 3 mètres alors qu'elle dépasse 5-6 mètres avec du sac en jute.

#### **IV.2.1.1.3 Un responsable d'empilage des sacs :**

Afin de s'assurer de l'ordre dans l'entrepôt, il serait envisageable de désigner un manutentionnaire responsable de l'empilage des sacs.

Il aura pour mission de :

Compter les sacs dans les piles

- ♥ Lors de l'empilage, il est le responsable du tassement des sacs, de la gestion des places d'empilage ainsi que la disposition des sacs pour chaque ligne d'empilage

L'existence du chef de pile facilitera le rangement de l'entrepôt et la gestion de la place dans l'entrepôt.

#### **IV.2.1.1.4 Proposition de cloisonnement pour séparation des lots :**

Il est également concevable qu'au lieu de séparation physique de 50cm à 1m de distance, un cloisonnement soit utilisé, le type de cloison est selon le choix de la société. Ce cloisonnement peut être adapté suivant le plan de stockage proposé en dessus.

Le type de cloisonnement est à choisir selon les moyens de la société :

##### **Un cloisonnement en grillage métallique :**

Ce type de cloisonnement économise de la place et est disponible localement (marché et autres fournisseur). Cependant, un espace entre les lots à séparer et le grillage métallique est à respecter sinon, il y aura écroulement des piles et destruction du grillage en question.

##### **Un cloisonnement en bois contre-plaqué:**

Ce type de cloisonnement est également disponible localement et économise également de la place. Cependant, il se peut qu'au cours du stockage, le bois contre-plaqué ne supporte plus le poids de l'éventuel écroulement des piles. Le bois attire également les insectes.

##### **Compartimentation de l'entrepôt**

Consistant à créer des chambre pour chaque type de produit mais qui est peu concevable en raison de l'insuffisance d'espace et nécessite un investissement en plus pour les infrastructures.

#### **IV.2.1.2 Mise en place d'un suivi de la qualité des MP**

Ce contrôle consiste à procéder à un échantillonnage des MP (le maïs) surtout avant lancement de la production.

Le PLC devrait alors considérer les résultats du contrôle avant le lancement de la production et ajuster l'ajout d'eau surtout, suivant ce résultat. Ceci dans le but de contrôler l'humidité du produit fini en ajustant les paramètres de production.

Il consiste à échantillonner les MP dans les *bins* et à tester l'échantillon et ensuite prendre en compte l'humidité obtenue pour le paramétrage de production.

En début de production le responsable de la tâche se doit d'aller prévenir le PLC pour l'échantillonnage dans les *bins*. Ensuite, il prend un échantillon de 150g environ :

- ♥ 50g pour le test habituel avec le testeur
- ♥ 50g envoyé au laboratoire
- ♥ 50g pour un échantillon représentatif du produit pour le service qualité.
- ♥ Communiquer ensuite l'humidité au PLC pour qu'il ajuste son ajout d'eau pour la production.

#### **IV.2.1.3 Révision du planning d'approvisionnement**

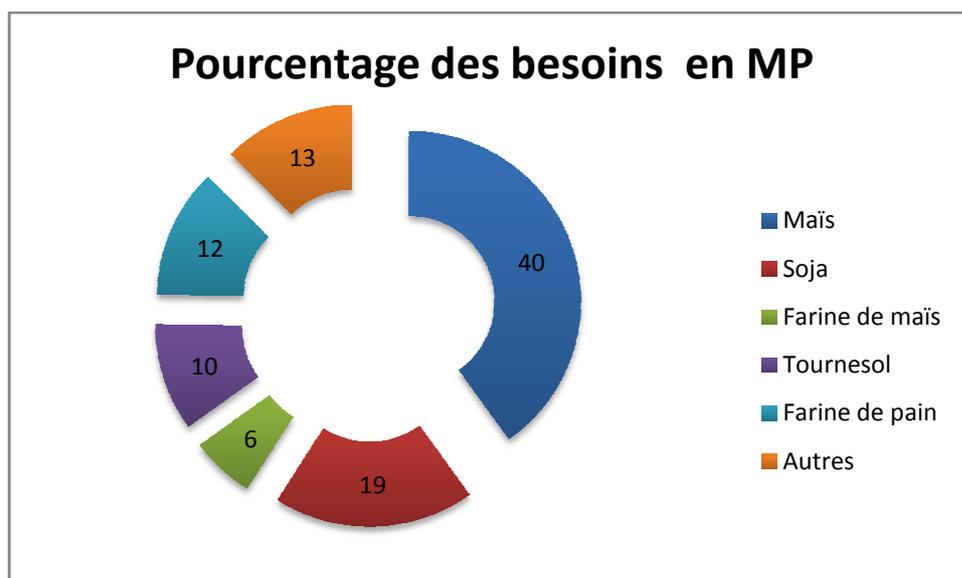
Le planning d'approvisionnement consiste à arranger dans le temps et l'espace l'approvisionnement en MP de la société. Il prend en compte :

- ♥ Les moyens financiers de la société pour son approvisionnement :
- ♥ Le volume disponible pour le stockage
- ♥ Le cours du prix du MP sur le marché.

Suivant les besoins de production, constante ou variable suivant la date ou la quantité, l'approvisionnement peut se présenter sous deux principales formes :

- ♥ Approvisionnement suivant une quantité constante et une période variable
- ♥ Suivant une période constante et une quantité constante

Sur la figure suivante, les autres MP utilisées sont les MP dont le pourcentage en poids n'atteint pas le pourcentage total.



**Figure 22: Les besoins en MP de la société, [2]**

Sur un besoin mensuel total en MP d'environ 750 tonnes, la figure ci-dessus montre le besoin mensuel pour chaque MP par rapport au besoin total.

Le stockage disponible de l'entrepôt et des silos pour le maïs est de 3550 tonnes et ce stock doit pouvoir couvrir les besoins

En se référant aux besoins mensuels de la production et l'approvisionnement ainsi que le stockage disponible, le stock dans l'entrepôt devrait couvrir :

Pour le cas du maïs, un approvisionnement de 6 mois soit environ  $300T \times 6 : 1800T$

Pour les MP un approvisionnement de 3 mois

#### **IV.2.1.4 Respect du volume de stockage disponible de l'entrepôt.**

L'entrepôt de stockage des MP est compartimenté en trois surfaces de stockage :

Une surface de  $380m^2$  une autre de  $35m^2$  pour les MP autres que les concentrés :

Une surface de  $97,5m^2$  pour les concentrés.

Avec une hauteur de 6m environ(en ne considérant que la partie horizontale du plafond), le volume disponible pour le stockage est donc d'environ :

#### **Pour le volume de l'entrepôt à base rectangulaire**

$2490m^3$  pour les MP autres que les concentrés

$585m^3$  pour les concentrés

### **Pour l'empilage modèle en pyramide,**

En considérant que l'entrepôt est subdivisé en plusieurs lots de produits qui pour chaque lot, le sommet de la pyramide fait deux une pile de 13 sacs de produits et en tenant compte de l'existence des allées de manutention, on a

- ♥ des sommets de  $4\text{m} \times 6\text{m}$  soit  $24\text{ m}^2$  chacun
- ♥ avec une hauteur de 5m,
- ♥ un angle de  $20^\circ$  à  $30^\circ$  d'inclinaison pour éviter l'écroulement des tas
- ♥ et une surface de base pour chaque pyramide de  $70\text{m}^2$ .

On aura donc, un volume pour chaque lot en pyramide de  $210\text{m}^3$  chacun.

L'entrepôt pourra alors supporter environ

- ♥ 2 pyramides pour les concentrés
- ♥ 10 pyramides pour les autres MP

Le volume pour les MP autres que les concentrés se subdivisera en considérant les besoins mensuels de la production, le stock minimum toléré (surtout pour le maïs), les allées de circulation et les séparations physiques entre piles de produits.

Cependant, le problème le plus fréquent est que la répartition de la place de MP dans l'entrepôt n'est pas régulier et n'est pas constant. Ce qui constitue encore une limite à cette proposition.

## **IV.2.2 Les paramètres de production**

### **IV.2.2.1 Un standard à établir**

#### **IV.2.2.1.1 Révision du standard :**

Cette action consiste à créer un standard de durée des étapes de production en l'adaptant au cas réel tout en prenant compte que ce nouveau standard ne dépasse pas de trop loin les normes.

Par expérience au niveau de la production nous proposerons que les normes imposées dans l'usine soient plus appropriées et adaptés aux opérateurs. En raison de la connaissance de la situation réelle de la production, cette norme imposée par les PLC et le superviseur de

production est plus proche de la réalité et est plus adaptée à la façon de travailler des opérateurs.

Le tableau suivant illustre les propositions de norme

**Tableau 6: Propositions de normes de durée ou standard à respecter**

Etape	Norme(en seconde (s))	
	Maximum	Minimum
Remplissage de batch	120	60
Séjour dans le <i>bin</i> de stockage intermédiaire	60	120
Broyage	165	240
Mélange	180	240
Pelletisation	600	960
Ensachage	300	600

#### IV.2.2.1.2 Affichage du standard

L'affichage du standard établi permet aux opérateurs d'évaluer d'abord par eux-mêmes la performance de son poste et de détecter les éventuelles défaillances qui se présentent. Cette action permet également de réduire le risque de propagation des défaillances du poste.

Cet affichage serait plus approprié au poste PLC et superviseur de production car ce sont les seuls à guider la production dans son automatisme.

#### IV.2.2.1.3 Respect du standard établi

Les responsables (PLC et Superviseur de production) doivent veiller à faire respecter le standard ainsi établi ainsi promouvoir la sensibilisation des opérateurs pour le respect de ce standard de durée de chaque étape.

#### **IV.2.2.2 Précision sur l'enregistrement :**

Un des plus grands problèmes a toujours été au niveau de l'enregistrement de la durée de chaque étape, une précision sur ce point serait plus appropriée. Cette disposition permet au service qualité d'évaluer avec précision l'efficacité machine pour chaque poste et de ne plus être confronté à des erreurs des opérateurs.

#### **IV.2.2.3 Contrôle fréquent de la tenue des opérations dans l'usine**

Le service qualité se doit d'effectuer un contrôle régulier de la tenue des opérations dans l'usine pour prévenir les défaillances et gérer les problèmes rencontrés avec les PLC et le superviseur de production.

#### **IV.2.2.4 Renforcement des dispositifs de surveillance de la température**

La surveillance de la température doit être renforcée dans les situations suivantes :

- Au niveau du stockage des MP :

Dans l'entrepôt de stockage des MP, la connaissance de la température de stockage aide à limiter les éventuelles dégradations de la denrée. En effet, la connaissance de la température de stockage contribue à la conservation des MP en donnant la possibilité de réguler la variation de la température qui peut occasionner la prolifération de divers facteurs de dégradation du produit (les microbes, la dégradation physiologique du produit en lui-même). Certaines conditions physiques, notamment la teneur en eau, l'humidité relative, la température, peuvent entraîner des pertes qualitatives par la dégradation de la qualité des denrées stockées. La connaissance et l'application de certaines règles de stockage permettent d'assurer un bon stockage et une bonne conservation.

- Au niveau de la production

Parmi les non-conformités rencontrées dans la production est le fait que le produit soit trop chaud en sortie de production, trop sec ou trop poudreux. Parmi les facteurs liés à ces problèmes, la température joue un rôle important. En effet, en connaissant la température du produit tout au long du circuit, il est plus facile de réguler les phénomènes suivants :

- L'ajout d'eau et l'aspersion de vapeur
- Le temps de séjour dans le refroidisseur
- Au niveau du stockage des PF

La surveillance de la température de stockage est très importante car le produit obtenu est un produit très sensible à l'humidité et un entrepôt de stockage où la température est mal surveillée peut favoriser la dégradation du produit car le contrôle de l'hygroscopicité de l'air ambiante de stockage est en fonction de la température ambiante.

## **IV.2.3 La postproduction**

### **IV.2.3.1 Cas des non-conformités**

Les non-conformités sont des défauts observés en raison de défaillance mécanique, défaillance de méthode de travail, défauts des MP, défaillance des ouvriers, défaillance du milieu de travail. Les solutions adéquates seraient des interventions à ces niveaux pour pouvoir atteindre l'objectif de performance de la production.

#### **IV.2.3.1.1 Le personnel**

L'optimisation de la qualité des PF, au sein d'une provenderie surtout le cas de la société AGRIVAL, est relatif à plusieurs facteurs. Garder la qualité des produits et services oblige la société à chercher davantage de nouvelle amélioration continuellement. Dans ce sens, la sensibilisation des opérateurs de production sur l'importance de chaque poste et le respect du travail ne doit en aucun cas être négligée. Car peu importe la qualité des MP, des machines de production ou du contrôle de la qualité des produits, un personnel mal formé est une grande faille pour la production.

##### **IV.2.3.1.1.1 Sensibilisation des opérateurs**

Il s'agit de sensibiliser les opérateurs sur l'importance de chaque poste dans la production pour atteindre les objectifs de profits et de qualité de la société. Cette sensibilisation peut être de diverses formes :

- Contrôle régulier de la tenue des opérations par chaque opérateur et évaluation de la performance puis reformation en cas de méthode de travail non adéquate
- Des réunions production-qualité-opérateur assez réguliers pour
- Préciser l'importance de chaque poste et le respect des processus à suivre dans la production
- Une communication des opérateurs de leurs besoins non satisfaits faisant blocage à leur performance sans pour autant trop exagérer
- Imposer certaines sanctions sur le non-respect des procédés de travail à suivre
- Des évaluations de chaque opérateur par les responsables de production pour pouvoir corriger les erreurs de chacun des opérateurs.

##### **IV.2.3.1.1.2 Respect du mode opératoire de chaque poste**

Chaque poste de travail a à sa disposition un mode opératoire à suivre qui décrit le poste, l'entretien du poste, la manière de procéder chaque jour de travail, les mesures de

sécurités à prendre, les normes à respecter. Ce mode opératoire devrait servir de guide à suivre à la lettre pour l'opérateur et une sanction devrait être infligée en cas d'échéance.

#### IV.2.3.1.1.3 Vigilance de chaque acteur dans la production

L'opérateur en question doit être vigilant durant son travail et être à sa plus grande concentration pour éviter les malentendus de communication entre poste, les erreurs durant le travail, les mauvaises manipulations qui font de plus en plus augmenter le taux de non-conformité.

#### **IV.2.3.1.2 Les machines**

Les machines de production sont également des sources très probables des non-conformités. Les défaillances observées devraient être traitées avec précision et avec efficacité pour éviter une répétition trop fréquente de l'anomalie. Le responsable de production (superviseur ou PLC) doit veiller à ce qu'un problème détecté soit traité au jour le jour.

#### **IV.2.3.1.3 La méthode de travail**

##### La communication :

La communication est le meilleur moyen de déceler le plus rapidement une anomalie dans la production et d'apporter les solutions adéquates; la communication renforcée dans l'usine permettra aux opérateurs de communiquer l'état de leur travail aux responsables sans aucune ambiguïté.

##### L'esprit d'équipe

Chaque opérateur doit être sensibilisé à prendre compte du profit de son équipe qui est le sien également.

##### La motivation

Chaque responsable doit veiller à la motivation de son équipe pour assurer la tenue des opérations de façon à contribuer au développement de l'entreprise, à atteindre les objectifs recherchés.

#### **IV.2.3.1.4 Les MP utilisées**

Afin de réduire les non-conformités observées, la qualité des MP en départ de production devrait être bien contrôlée car une MP souillée ou déjà de mauvaise qualité (apparence, apport nutritif) entrant dans la production ne peut procurer des PF excellents.

### **IV.2.3.2 Cas du tourteau de coton**

#### **Broyage**

Il s'agit de pré-broyer le tourteau de coton avant son utilisation

Le broyage du tourteau de coton consiste à réduire sa taille afin de mieux l'incorporer dans le mélange. De plus, grâce à ce broyage, les risques de dépôts dans les machines (broyeur, mélangeur, presse) diminuent ce qui évite leur usure qui entraîne le ralentissement de la production.

Le broyage peut être effectué soit à l'usine, soit à l'extérieur de l'usine par location d'un broyeur auprès d'un particulier, soit l'acquisition d'un broyeur spécifique au tourteau de coton.

### **IV.2.3.3 Emballage du produit**

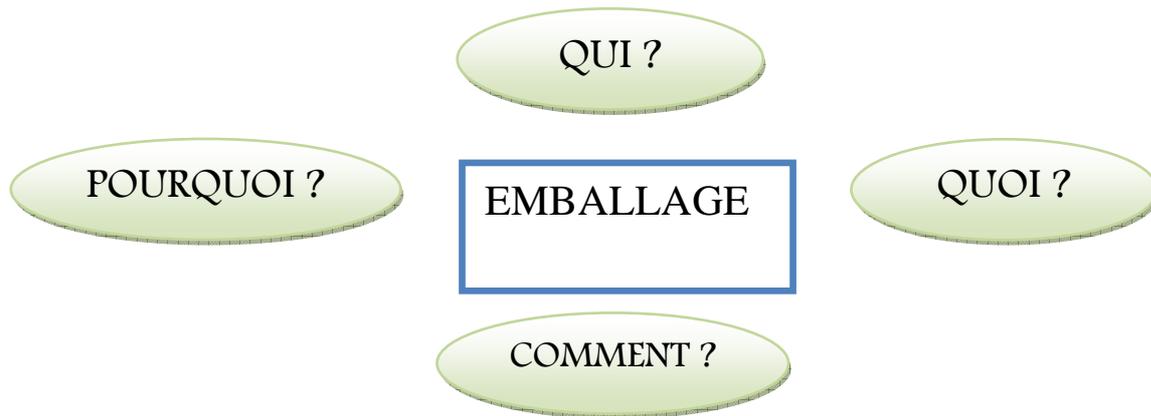
#### **IV.2.3.3.1 Concept d'emballage du produit :**

L'emballage est le contenant mais aussi un contenant susceptible d'être transporté et devant protéger le produit au cours de sa vie jusqu'au stade son utilisation finale. [2]

La première fonction de l'emballage est donc de contenir et de protéger. La protection s'exerce à la fois contre les aléas du transport (protection mécanique), contre les agressions de type physico-chimiques venant de l'extérieur (gaz, vapeur d'eau) ainsi que contre les déperditions de produit (étanchéité, perméabilité).

La seconde fonction est de constituer une unité apte au transport. Les produits sont emballés en unité de poids ou de volume puis regroupés pour donner des unités de plus en plus grandes. Ces unités étant chacune apte au transport et à la manutention mécanisée. En plus de sa fonction d'unité de transport, l'emballage en tant que tel constitue un élément adapté au système de production industrielle qui est de nos jours mécanisée.

La dernière fonction de l'emballage est la fonction de porteur de message car à partir du moment où l'emballage constitue une unité de vente ou de distribution, il est seul face à celui qui va l'acquérir. L'emballage doit répondre aux questions suivantes :



**Figure 23: Le concept d'emballage [2]**

### ***QUOI ?***

L'emballage doit désigner le produit qu'il contient (le nom, la quantité, la composition, la date de péremption). L'emballage doit être le plus précis possible, le plus imagé possible pour pouvoir décrire le produit.

### ***QUI ?***

L'emballage doit dire l'origine du produit, qui le vend, qui le fabrique et quelle est sa marque.

### ***COMMENT ?***

L'emballage doit décrire la manière d'utiliser le produit, dans quelles conditions et avec quelles précautions le produit est à utiliser par mention des risques éventuels et par l'énoncé des conseils de prudence.

### ***POURQUOI ?***

L'emballage doit apporter une réponse aux motivations d'utilisation et d'achat du produit.

Ces messages de l'emballage sont exprimés par l'impression. C'est la raison pour laquelle, la plupart des emballages sont imprimés.

Cependant, les fonctions de l'emballage ne sont pas justes ces trois principales citées ci-dessus mais également l'emballage doit être lisible par d'autres machines. Il s'agit des systèmes d'identification automatiques des produits (code barre, QR-code).

#### **IV.2.3.3.2 Mise en place d'un dispositif de traçabilité du produit sur l'emballage**

Le choix du type d'emballage repose sur :

- 1]. Les propriétés du matériau recherché : les caractéristiques physiques du matériau
- 2]. Le degré de protection du matériau
- 3]. Le coût du matériau
- 4]. La disponibilité localement du matériau

Sur le marché des aliments pour animaux d'élevage, deux type d'emballage : le sac en PP tissé et le sac stratifié.

##### **Le sac en PP tissé :**

##### **Le polypropylène(PP)**

Le polypropylène est une matière plastique récente, elle a été mise au point vers les années 1950. Souvent dénommé «*polypro*» - *PP*, il est la deuxième matière plastique la plus utilisée sur terre avec plus de 45 millions de tonnes en 2007. Elle est essentiellement utilisée dans l'emballage, mais également dans des pièces automobiles et des accessoires de la vie de tous les jours. Il existe différents types de PP, homopolymère (plus rigide) ou copolymère (plus résistant au choc). [2]

##### **Propriétés du polypropylène**

Le polypropylène présente les caractéristiques suivantes :

Caractéristiques générales :

- ♥ bonne stabilité thermique
- ♥ Faible densité
- ♥ Légèreté
- ♥ Chimiquement inerte
- ♥ Imperméable

## Caractéristiques chimiques et électriques

- ♥ Très bonne stabilité chimique
- ♥ Insoluble dans l'eau
- ♥ Reconnu utilisable pour usage alimentaire
- ♥ Excellents isolants électriques

## Propriétés thermiques

**Tableau 7: Caractéristiques du polypropylène, [2]**

Propriétés	Valeurs (°C)
Température de fusion	168-169
Température fragilisation	100

Le polypropylène présente de nombreux avantages : il est bon marché, alimentaire (inodore et non toxique), indéchirable, très résistant à la fatigue et à la flexion (fabrication de charnières), très peu dense, chimiquement inerte, stérilisable et recyclable. C'est de plus un excellent isolant électrique, qui est une alternative à l'utilisation du PVC pour la fabrication de câbles à faible fumée.

Par contre, il est fragile (cassant) à basse température (car sa température de transition vitreuse (T<sub>g</sub>) est proche de la température ambiante), sensible aux UV, moins résistant à l'oxydation que le polyéthylène et difficile à coller.

Sa production en masse est source d'impacts environnementaux et de consommation de pétrole, ainsi que d'émission de gaz à effet de serre. Son impression ou certains additifs (fibres, ignifugeants (les métaux lourds sont interdits depuis quelques années)) peuvent rendre son recyclage difficile ou impossible de manière rentable.

Les progrès de l'écoconception dans la plasturgie pourraient faciliter le tri et le recyclage de ce matériau.

**Le sac en PP tissé doublé de film de PEHD :**

Ce type d'emballage peut également être utilisé et facilite la traçabilité du produit. Car dans le cas où le sac est sondé en route de livraison, déchiré et recousu, le film de PEHD portera les marques et témoignera de la situation.

Cependant, le risque à courir est l'échauffement du produit. Le sac ne laissera pas l'air y circuler et l'humidité du produit s'évaporerait mais restera sur la paroi en PEHD. Cette

situation favorisera la périssabilité du produit par le microorganisme et favorisera également le changement de l'apparence du produit.

### **Le sac multicouche**

Ce type de sac est très utilisé dans les pays en développement pour l'emballage des aliments pour animaux. Il est constitué de trois matériaux allant de l'intérieur à l'extérieur : une couche de Polyéthylène Haute Densité, une couche de PP tissé et une couche de papier Kraft. Ce type d'emballage coûte cher, n'existe pas sur le marché local et est difficilement recyclable.

#### **IV.2.3.3.3 Recommandation d'emballage**

Pour le cas de la société AGRIVAL S.A, il est préférable d'utiliser le sac en polypropylène tissé et de le doubler à l'ouverture, d'un film de PEHD. Le film servira de dispositif de sécurité et sera l'indicateur pour les responsable qualité lors du suivi de la qualité ou d'une quelconque réclamation. Les malles de ce type de sacs devraient être un peu plus serrées pour atténuer le dégagement excessif de vapeur qui rend les produits très secs et très friables.

## **CONCLUSION PARTIELLE**

Notre étude a conduit aux propositions de quelques solutions qui proviennent de l'observation de la situation réelle de la production au sein de l'usine. La qualité des matières premières peut être assurée par le respect des normes de stockage proposées, le respect du volume de stockage disponible en fonction du besoin de la société, ainsi que le renforcement du contrôle de la qualité à l'entrée en production. Le cas de la production en elle-même, afin de garder la qualité à son optimum, le respect des normes de durée de chaque étape, le respect du travail de chacun ainsi qu'une bonne communication au sein de l'usine serait un atout. Cependant, même si la qualité des MP et la qualité de la production elle-même ne suffit pas à assurer la qualité des PF. La partie postproduction doit également être bien surveillée. La température de stockage, le conditionnement du produit ainsi que le renforcement de la traçabilité du produit sont les solutions proposées.

## **CONCLUSION GENERALE**

Optimiser la qualité des PF au sein d'une provenderie nécessite l'intervention sur trois grandes parties de la production : les Matières Premières utilisées dans la fabrication, le processus de production, la partie postproduction de l'aliment.

Les matières premières nécessitent un contrôle supplémentaire au niveau de l'entrée en production. Un réarrangement du stockage, du mode d'approvisionnement contribuent à la conservation de la qualité des MP entrant en production. Le processus de fabrication quant à lui, fait intervenir différents facteurs à maîtriser tel que le temps de production les machines de production ainsi que le personnel et le milieu de travail. La bonne communication entre poste, un respect du travail de chacun devrait assurer la bonne conduite des opérations au sein de l'usine. La qualité des Matières Premières et le processus de fabrication optimisés ne suffisent pas, la partie postproduction est également à traiter. Pour le cas de la société, la maîtrise des non-conformités du produit est assurée par la maîtrise des opérations durant la production.

Les demandes du marché ne cessent d'augmenter et la certification de la société n'est pas éternelle. Afin de progresser et de pouvoir également continuer à servir les clients suivants leurs besoins, l'amélioration de la qualité ne devrait pas s'arrêter au niveau actuel.

**BIBLIOGRAPHIE**

- 1]. AGRIMARCHE, (Mars 2008) Agri Nouvelles, Des ingrédients alternatifs, pourquoi pas ?, section volailles, p30-35
- 2]. AGRIVAL S.A. (2014): documents magasin, manuel qualité, fiches de poste, documents maintenance.
- 3]. BOULANGER J., (1988) L'emballage sous toutes ses facettes, Emballage magazine, LNE, 399p.
- 4]. CABERLON C., (2005), Méthodes de résolution de problèmes, Support de cours.
- 5]. CRUZ J.F., TROUDE F., GRIFFON D., HEBERT J.P., (1988), Conservation des grains en régions chaudes-«Techniques rurales en Afrique», 2<sup>ème</sup> édition, Paris, France, Ministère de la Coopération et du Développement-CEEMAT - Centre d'Études et d'Expérimentation du Machinisme Agricole et Tropical, chap. V-VI, 545p.
- 6]. DAVID, L., (1985), Alimentation Animale- L'usine : conduite et entretien (sauf presse), Tome 1, Louis David éditeur, 111p.
- 7]. DELATOUR P., ENJALBERT F., Evaluation des besoins nutritionnels des animaux en vitamines A, D et E ainsi que des risques pour la santé animale et la santé du consommateur, liés à des apports élevés chez les animaux producteurs d'aliments, AFSSA.
- 8]. FAO, (2004) Code d'usages pour une bonne alimentation animale CAC/RCP 54-2004, 14p.
- 9]. GRAFAGRI, 2012, Les Produits Agro-alimentaires, p145-163.
- 10]. HESS V., (juil./août/sept 2008), La thréonine pour l'alimentation du poulet de chair, TeMA n° 7 -, p18-21.
- 11]. ISO 9001/2008, Système de management de la qualité – exigence, quatrième édition, Organisation internationale de normalisation, 27p.
- 12]. LANCKSWEERDT W., 2009, Outils qualité efficaces pour la résolution de problème : les cinq "pourquoi ?", TUV Rheinland France SAS, p1-2.
- 13]. LOMAS L.V., (2012), Nutrition animale, ingrédients pour les petits et grands animaux, 7p.
- 14]. LVDP N° 232 Septembre 2010 courrier Les contraintes dans la mise en place d'une provenderie.
- 15]. MAEP et FAO (2012), Projet De Soutien Au Développement Rural (PSDR).
- 16]. MAMINOMENJANAHARY T. A., (2008), Contribution à l'étude de l'approvisionnement d'aliments composés complets pour animaux de la région Amoron'i

Mania, Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme d'ingénieur Agronome, ESSA- Université d'Antananarivo Département Elevage, 58p.

17]. NDIAYE D.S.B., (1999), Manuel de stockage et de conservation des céréales et des oléagineux, 61 p. consulté le 15/01/15,28/01/15.

18]. NEWKIRK R., (2010), Guide de l'industrie de l'alimentation animale, SOJA, 1re édition, 63p.

19]. RAJAOBELINA T. H., (2006), Alimentation et Croissance des Animaux du type Économique, Mémoire de Maîtrise, Faculté des Sciences, 26p.

20]. RAKOTOMALALA T. T., (2011), L'innovation organisationnelle des PME agro-alimentaires à travers l'adoption des normes internationales - Cas des normes ISO 22000 et ISO 26000, Mémoire de fin d'études, École Supérieure des Sciences Agronomique-Université d'Antananarivo, département Industries Agricoles et Alimentaire, 73p.

21]. RÈGLEMENT (UE) N° 575/2011 DE LA COMMISSION EUROPEENNE relatif au catalogue des matières premières pour aliments des animaux, (16 juin 2011), Journal officiel de l'Union Européenne.

22]. SARALEA J., Express de Madagascar, 20 avril 2013, N° 5618.

23]. SAUVANT D., (2004-2005) Principes généraux de l'alimentation animale, Institut National Agronomique Paris-Grignon Département des Sciences Animales, 143p.

24]. SOLTNER D.,(1994) alimentation des animaux domestiques, tome 1, les principes de l'alimentation pour toute les espèces, 20ème édition, collection science et techniques agricole, p162, 127,149.

25]. TETRAEDRE, (2009),Guide de bonnes pratiques d'hygiène et d'application des principes HACCP de la fabrication de pré-mélanges d'additifs pour l'alimentation animale,Jan,65p.

26]. WRIGHT T., LACKEY R.,(2008) Terminologie de la fabrication des aliments pour animaux et de la nutrition animale, Fiche Technique, Juillet, Ontario, 12p .

## **ANNEXES**

### **Annexes 1 : LA NORME ISO 9001/2008**

La norme ISO 9001 : 2008 est une norme axée sur l'exigence du client. Cette norme définit une série d'exigences concernant la mise en place d'un système de management de la qualité dans un organisme, quelque soient sa taille et son secteur d'activité. Elle fait partie de la série des normes ISO 9000. C'est un référentiel rectifiable par une tierce partie et son application est complémentaire aux normes ISO 14001 et OHSAS 18001 dans le cadre d'une politique globale de management des risques de l'entreprise. [18], [20], [27]

#### **Historique :**

Suivant l'histoire, les normes de l'ISO ont connu une évolution croissante du 20<sup>ème</sup> siècle au 21<sup>ème</sup> siècle. Les dates marquantes sont :

1950 : Naissance du concept d'assurance qualité

1979 : Création de l'ISO/TC 176

1987 : Publication de la 1ère version des normes ISO 9000

1990 : Décision de révision en 2 phases.

1994 : Révision Phase 1: premier nettoyage

2000 : Révision phase 2: Publication des normes ISO Vs 2000

2002 : Publication de l'ISO 19011

2003 : Décision de la revue des normes ISO 9000

2005 : Publication de la nouvelle norme ISO 9000:2005

2006 : Edition de la norme ISO 17021 (obligatoire depuis 2008)

2008 : Publication de la nouvelle norme ISO 9001:2008

Le schéma suivant illustre le management de la qualité par la norme ISO9001 : 2008

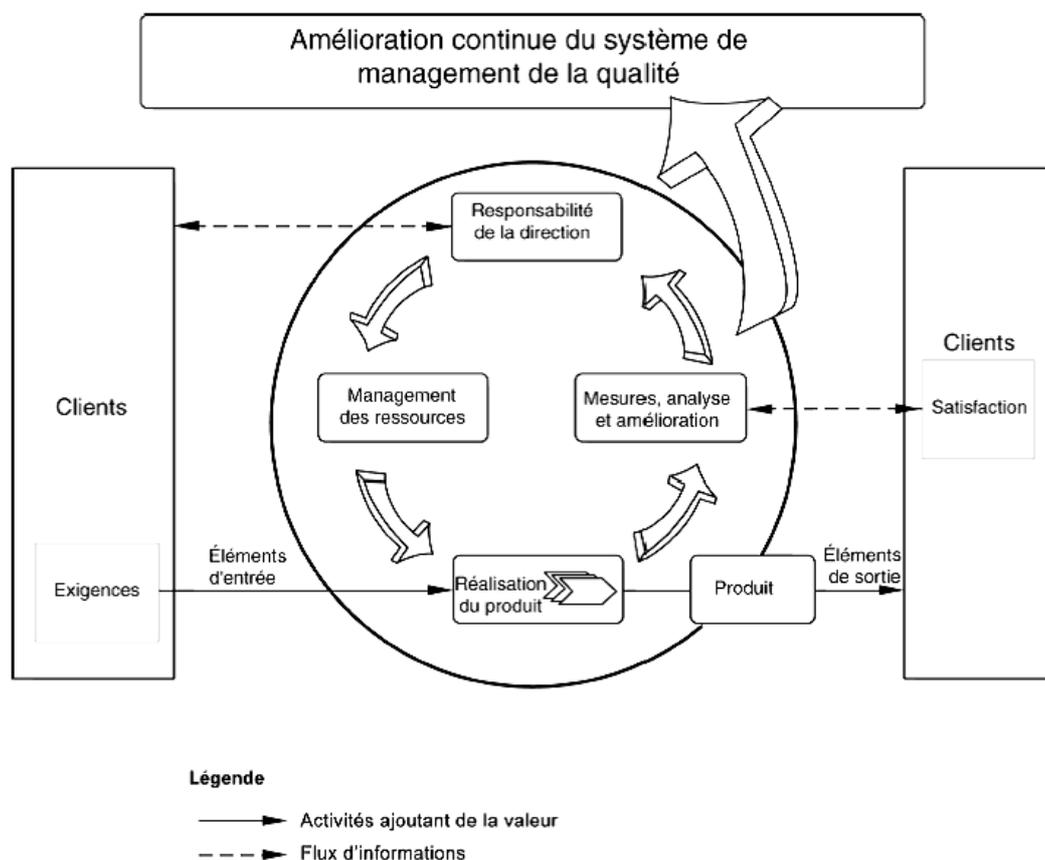


Figure 24: La norme ISO 9001:2008[11]

### Les exigences de la Norme

Les exigences de cette norme visent à encourager l'adoption d'une approche processus c'est-à-dire l'application d'un système de processus et l'identification, l'interaction et le management de ces processus en vue d'obtenir le résultat souhaité qui doit répondre aux exigences du client.

### Les principes du management de la qualité

Diriger et faire fonctionner un organisme avec succès nécessite de l'orienter et le contrôler méthodiquement et en transparence. Le succès peut résulter de la mise en œuvre et de l'entretien d'un système de management conçu pour une amélioration continue des performances tout en répondant aux besoins de toutes les parties intéressées. Le management d'un organisme inclut le management de la qualité parmi d'autres disciplines de management.

Les exigences sont relatives à quatre grands domaines :

- ♥ *Responsabilité de la direction* : exigences d'actes de la part de la direction en tant que premier acteur et permanent de la démarche.
- ♥ *Système qualité* : exigences administratives permettant la sauvegarde des acquis. Exigence de prise en compte de la notion de système.
- ♥ *Processus* : exigences relatives à l'identification et à la gestion des processus contribuant à la satisfaction des parties intéressées.
- ♥ *Amélioration continue* : exigences de mesure et enregistrement de la performance à tous les niveaux utiles ainsi que d'engagement d'actions de progrès efficaces.

**Annexes 2 : Caractéristiques des machines de production***Le broyeur***Tableau 8: Caractéristiques du broyeur**

<b>BROYEUR</b>	
Puissance	55-75 kW
Vitesse moyenne	2970 trs/mn
Nombre de marteau	64
Poids de la machine	1630-1750 kG

*Le mélangeur***Tableau 9: Caractéristiques du mélangeur**

<b>MELANGEUR</b>	
Puissance	18,5-22kW
Durée de mélange	45-60s
Batch	1tonne

*Le pellet mill***Tableau 10: Caractéristiques de la pesse ou Pellet mill**

<b>PELLET MILL</b>	
Puissance machine	55 kw
Diamètre anneau "die"	350 mm
Nombre rouleaux presse	2
Puissance conditionneur	7,5 kw
Puissance feeder	0,75 kw

*Le refroidisseur***Tableau 11: Caractéristiques du refroidisseur**

<b>REFROIDISSEUR</b>	
Capacité	7.5 t/h
Temps de refroidissement	10-15 mn
T° de produit sortant	T° chambre+3-5°C
Volume d'aspiration	13.500 m3
Pression d'air	>200 mmh2o

### **Annexes 3 : Les causes de la variation de la durée de chaque étape de la production**

**Tableau 12: les causes de la variation de la durée de chaque étape [7]**

<i>Etape de la production</i>	<i>Causes</i>
<b><i>Remplissage de batch</i></b>	<p>Panne de courant en cours de remplissage de batch</p> <p>Insuffisance de pression d'air pour l'ouverture des portes</p> <p>MP bloqué dans les <i>bins</i> de stockages (cas du son de riz en bloc)</p> <p>Difficulté d'ouverture de la porte de la balance</p> <p>Défaillance à un certain niveau des machines (par exemple, disjonction des convoyeurs)</p> <p>Mauvaise communication du planning de production journalier causant ainsi un retard de formulation et de début de production</p>
<b><i>Temps de séjour au niveau du bin de stockage intermédiaire avant broyage</i></b>	<p>Panne de courant</p> <p>Difficulté d'ouverture de la porte du <i>bin</i> en raison de l'insuffisance de pression d'air pour l'ouverture des portes</p> <p>MP en bloc bloqué dans le <i>bin</i> MP déjà défectueuses en début de production(cas des sons de blé)</p>
<b><i>Broyage</i></b>	<p>Panne de courant</p> <p>MP bloqué dans une partie antérieure du circuit</p> <p>Disjonction du broyeur</p> <p>Insuffisance de pression d'air pour l'ouverture des portes</p> <p>Disjonction du broyeur, insuffisance de pression d'air pour la fermeture de la porte du broyeur</p>
<b><i>Mélange</i></b>	<p>Panne de courant</p> <p>Insuffisance de pression d'air pour l'ouverture des portes</p>
<b><i>Presse ou pelletisation</i></b>	<p>Panne de courant</p> <p>Usure des rouleaux ou des couteaux,</p> <p>Insuffisance de vapeur dans le conditionneur de la presse</p> <p>Disjonction de la presse</p> <p>Défaut du refroidisseur</p> <p>Disjonction du CRUMBLER</p>
<b><i>Ensachage</i></b>	<p>Défaillance au niveau antérieur du circuit</p> <p>Fil à coudre insuffisant</p>

**Annexes 4 :Les différents produits de la société**



**Figure 25: Un produit du type farine (cliché auteur)**



**Figure 26: Un produit du type pellet (cliché auteur)**

**Annexe 5 : Le désordre dans l'entrepôt de stockage**



**Figure 27: Un écroulement de tas de sacs d'arachides (cliché auteur)**



**Figure 28 : L'écroulement des tas (cas du maïs)**

**TITRE : « OPTIMISATION DE LA QUALITE DES PRODUITS FINIS AU SEIN D'UNE PROVENDERIE-CAS DE LA SOCIETE AGRIVAL S.A.»**



**Princie Harinirina ANDRIANAVALONA**  
Département Industries Agricoles et  
Alimentaires  
Promotion KINGATSA  
ahpnavalona@gmail.com

**Mémoire de Fin d'études en vue de l'obtention du diplôme  
d'Ingénieur Agronome et du grade MASTER**

**Domaine :** Sciences de l'Ingénieur- Sciences Agronomiques et  
Environnementales

**Mention :** Industries Agricoles et Alimentaires

**Parcours :** Génie des Procédés et Technologies de Transformation

UNIVERSITE D'ANTANANARIVO  
Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques (E.S.S.A)  
Tel : 22 228 67 BP : 175 CP : 101

***Fintina***

Ny fanatsarana ny kalitaon'ny vokatra ao amin'ny famokarana sakafo-biby iray, indrindra ny an'ny orinasa AGRIVAL S.A. dia mila fanamboarana amin'ny ambaratonga rehetra ao amin'ny rojom-pamokarana. Miainga amin'ny kalitaon'ny akora fototra, ny fanaraha-maso bebe kokoa sy voahajan'ny mpiasa tsirairay dia manome antoka ny fahatsaran'ny kalitaony. Eo amin'ny fomba famokarana, ny fanajana ny tari-dalana izay omen'ny tompon'andraikitra (PLC). Ny fandraisan'ny mpiasa tsirairay ny andraikiny sy ny fahatsapany ny lanjan'ny asany, ary ny fanatsarany ny fifandraisan'ny samy mpiasa dia manamora ny fandrindrana sy ny famahana ny olana mateti-pitranga eo amin'ny toeram-pamokarana. Anefa tsy ampy ny fahazoana antoka ny kalitaon'ny akora fototra sy ny fanatsarana ny fomba famokarana, fa mitana anjara toerana lehibe ny fanarahana ny fivoaran'ny kalitaon'ilay vokatra aorian'ny famokarana azy. Ny fitahirizana ny kalitao aorian'ny famokarana ilay sakafo dia ny fonony no miantoka azy. Ny fampiasana fonony tsara sy manara-penitra ary ny fanaraha-maso tsarany fomba fitehirizana ilay sakafo-biby dia manampy miantoka tsara ny kalitaon'ny vokatra, misintona ny mpanjifa ary mitazona ny toerana eo amin'ny tsenan'ny sakafo-biby.

***Teny iditra:*** fanatsarana kalitao, kalitao, provenderie, sakafo-biby, orinasa

***Résumé***

Optimiser la qualité des PF dans une provenderie, surtout le cas de la société AGRIVAL S.A. nécessite des actions sur toute la chaîne de production. Partant de la qualité des Matières Premières, une surveillance renforcée et bien respectée par les opérateurs à ce niveau devrait assurer la garantie de qualité. Ensuite, sur le plan de la production en elle-même, le respect des directives de production lancé par le PLC. Une prise de responsabilité de chaque opérateur pour l'importance du travail de chacun ainsi qu'une bonne communication entre toutes les mailles de la production facilitent la gestion des éventuels problèmes rencontrés. L'assurance de la qualité des MP, du processus de production ne suffit pas ; le suivi de la qualité postproduction est aussi très important. La conservation de la qualité de l'aliment en sortie de production jusqu'à son utilisation finale doit être assurée par un bon conditionnement du produit. En utilisant le bon emballage et en surveillant de près le stockage du produit, le tout assurerait la fidélité des clients et la place du produit sur le marché.

***Mots clés :*** optimisation de la qualité, qualité, provenderie, alimentation animale, agroalimentaire

***Abstract***

Optimize end product quality in production of compound food for livestock and poultry, especially in AGRIVAL S.A. needs act in all produces shackles. Start from the quality of raw materials, its warranty is insured by a supervision reinforced and respected by the operators. Thereafter, for the process, attention for guidelines imposed by the PLC, taking own responsibility for work meaning and a good communication between operators in every post make easier managing contingent problems of process. However, quality guarantee of raw materials and process are not enough. The follow up of postproduction quality of end product are also important. Conservation of end product until its finale use also ought to be insured by a good packaging and a serious supervision of stock. It insures customer's fidelity and place in the market.

***Key words :*** optimizing quality, quality, provenderie, animal feeding, food engineering