

Licence Sciences et Techniques (LST)

GENIE CHIMIQUE

PROJET DE FIN D'ETUDES

CONTROLE DE QUALITE PHYSICO-CHEMIQUE DE MAÏS

Présenté par:

- ◆ ES-SAHLY Houda

Encadré par:

- ◆ Mme DRIF Qaoutar
- ◆ Pr. SAFFAJ Taoufiq

Soutenu Le 05 Juillet 2022 devant le jury composé de:

- Pr. SAFFAJ Taoufiq
- Pr. IHSSANE Bouchaib
- Pr. ZAITAN Hicham

**Stage effectué au Laboratoire physico-chimique de la société ALF AL
MAGHRIB**

Année Universitaire 2021 / 2022

FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES FES – SAISS

☒ B.P. 2202 – Route d'Imouzzer – FES

☒ Ligne Directe : 212 (0)5 35 61 16 86 – Standard : 212 (0)5 35 60 82 14

Site web: <http://www.fst-usmba.ac.ma>

REMERCIEMENT

Avant d'entamer les différentes parties de ce modeste travail je tiens à remercier la directrice de la société ALF AL MAGHRIB de m'avoir accordé l'opportunité d'effectuer ce stage. Mes encadrants : Monsieur SAFFAJ Taoufiq et Mme DRIF Kaoutar pour leurs soutiens et leurs conseils pertinents durant la réalisation de ce travail.

Mes plus vifs remerciements vont également aux membres de jury: Monsieur ZAITAN Hicham et Monsieur IHSSANE Bouchaib pour avoir accepté d'évaluer ce travail.

J'adresse mes remerciements également à Monsieur HARRACH Ahmad et à tous mes professeurs de la Faculté des Sciences et Techniques Fès.

Enfin, j'adresse mes plus profonds remerciements à toutes les personnes qui ont participé de loin ou de près à la réalisation de ce travail.

DEDICACES

Au nom de Dieu, le Plus Miséricordieux

Je dédie ce travail en témoignage de gratitude et d'estime à :

Mes parents pour tous les sacrifices, les encouragements et les prières qui m'ont protégés et soutenus.

Mon grand père et ma grande mère pour ses encouragements durant les années de formation.

Ma petite sœur et mes deux frères pour leurs amours et soutiens moral : puisse Dieu nous garder toujours unis.

Mes amies et mes collègues pour les moments forts et agréables que nous avons passés ensemble. Je vous souhaite une vie pleine de succès et de bonheur.

Tous mes enseignants que je respecte et qui sans eux rien n'aurait été fait.

LES ABREVIATIONS

MG : Matière Grasse

MM : Matière Minérale

HUM : Humidité

AW : Activité de l'eau

PB : protéine brute

MP : Matière Première

EQ : Équation

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Blé

Figure 2 : Orge

Figure 3 : Maïs

Figure 4 : Tourteaux de Colza

Figure 5 : Tourteaux de Tournesol

Figure 6 : Tourteaux de Soja

Figure 7 : Corn Gluten Feed

Figure 8 : Son de Blé

Figure 9 : Farine de Riz

Figure 10 : Pulpe de Caroube

Figure 11 : Pulpe de Betterave

Figure 12 : Farine de Poisson

Figure 13 : Grignons d'Olive

Figure 14 : Sel Marin

Figure 15 : Carbonate de Calcium

Figure 16 : Anatomie d'un grain de maïs

Figure 17 : Maïs entier

Figure 18 : Broyeur

Figure 19 : Mais broyer

Figure 20 : Appareil de soxhlet

Figure 21 : Dessiccateur

Figure 22 : Four à moufle

Figure 23 : Boite de pétrie

Figure 24 : Activimètre

Figure 25 : Minéralisateur

Figure 26 : Appareil de Distillation et Dosage automatique

Figure 27 : Matras

Figure 28 : La composition du maïs 2030

Figure 29 : La carte de contrôle des moyennes

Figure 30 : La carte de contrôle des étendues

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Fiche technique de la société ALF AL MAGHRIB

Tableau 2 : Historique de la société ALF AL MAGHRIB

Tableau 3: Teneur en matière grasse de maïs 2030

Tableau 4 : Teneur en matière minérale de maïs 2030

Tableau 5 : Teneur en eau de maïs 2030

Tableau 6 : Activité de l'eau dans le maïs 2030

Tableau 7 : La teneur en protéine de maïs 2030

Tableau 8 : Résultats des analyses finales sur le maïs 2030

Tableau 9 : Résultats de la moyenne du teneur en matière grasse des échantillons de maïs

Tableau 10 : Résultats de l'étendue du teneur en matière grasse des échantillons de maïs

RESUME

Cette étude a été menée au niveau de la société ALF AL MAGHRIB, elle a comme objectif de faire un suivi sur le maïs depuis la réception (broyage, stockage) jusqu'aux analyses physico-chimiques (teneur en eau, protéines brutes, matière grasse...).

Les analyses réalisées ont montré que l'échantillon du maïs étudié (Maïs2030) est conforme aux exigences requises par la société ALF AL MAGHRIB et permettent de prévoir la qualité des produits finis et de savoir les doses des pré-mix qu'il faut ajouter au niveau de la fabrication.

SOMMAIRE

Introduction.....	1
PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE.....	2
Premier chapitre : Présentation de la société	2
1) Présentation de la société ALF AL MAGHRIB.....	3
2) Fiche technique de la société ALF AL MAGHRIB.....	3
3) Historique de la société ALF AL MAGHRIB	4
4) Organigramme de la société ALF AL MAGHRIB.....	5
5) Laboratoire physico-chimique.....	6
Deuxième chapitre : Processus de fabrication.....	7
1 Processus de fabrication.....	8
a-Formulation.....	9
b-Réception.....	9
c-Stockage.....	10
d-Dosage et pré mélange.....	10
e-Broyage.....	10
f-Mélange.....	10
j-Distribution.....	10
h-Pressage.....	10
i-Refroidissement.....	10
g-Emiettage.....	11
k-Tamisage.....	11
l- Expédition.....	11
m- Echantillonnage.....	11
Troisième chapitre : Matières premières : Maïs.....	12
1) Matières premières.....	13
2) Maïs.....	15
a- Les constituants nutritionnels de Maïs	15

b- La production mondiale de Maïs.....	16
PARTIE EXPERIMENTALE.....	17
Quatrième chapitre : Analyses physico-chimiques sur le Maïs.....	17
1) Matériels et méthodes.....	18
a- La matière grasse.....	18
b- La matière minérale.....	19
c- L'humidité.....	19
d- L'activité de l'eau.....	20
e- La protéine brute.....	20
f- Carte de contrôle	22
2) Résultats et discussions.....	23
a) Analyses physico-chimique.....	23
b) Résultats d'une carte de contrôle	25
Conclusion.....	28

INTRODUCTION

La nutrition animale est très complexe et nécessite beaucoup de connaissances. Il faut respecter l'apport énergétique mais aussi l'apport en acides aminés. Pour les monogastriques, on calcule les apports en lysine, méthionine, tryptophane, en matière grasse, en phosphore, en calcium et en oligo-éléments (cuivre, zinc, manganèse ...) L'apport de tous les nutriments doit tenir compte de l'animal, de sa race, de son âge et de sa production.

Contrôler la qualité des aliments est devenu à l'heure actuelle indispensable. Il est important de pouvoir analyser toutes les caractéristiques afin d'obtenir le meilleur produit possible pour l'animal et pour le consommateur et permettre ainsi une production optimale.

C'est dans ce contexte, qu'on s'est intéressé dans ce travail, à faire un suivi des paramètres physico-chimiques des matières premières afin de s'assurer de leur conformité.

Pour atteindre cet objectif, ce rapport de fin de stage est présenté sous forme de quatre chapitres :

- ✚ Le premier chapitre, consacré à la présentation de la société ALF AL MAGHRIB.
- ✚ Le deuxième chapitre s'intéresse au procédé de fabrication des aliments de bétails et de volailles.
- ✚ Le troisième chapitre les matières premières : Le Maïs
- ✚ Le dernier chapitre rassemble le suivi des analyses physico-chimiques sur le maïs et application de la méthode de carte de contrôle de la matière grasse.

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

PREMIER CHAPITRE:

PRESENTATION DE LA SOCIETE

1) Présentation de la société ALF AL MAGHRIB :

La société **ALF EL MAGHRIB** est une société anonyme créée en **1974** par le groupe **CHAOUNI** à sidi BRAHIM à FES avant de se déplacer au nouveau site situé au lotissement **ENNAMAË** au quartier industriel **BENSOUDA** en **1998**.

Elle fait partie du groupe **HOLDING ZALAGH** spécialement le pôle nutrition animale qui englobe les sociétés suivantes : AL ALF et AGRO industrielle al ATLAS (société de nutrition animale à Casablanca).

La société **ALF EL MAGHRIB** est spécialisée dans la fabrication des aliments de bétails et volailles avec une capacité de production de **800 tonnes** par jour. La société s'étale sur une superficie de **30000 m²** incluant l'usine et le Pré-mix.

Elle est considérée comme l'une des principales entreprises agricoles au Maroc avec un capital de **50.000.000 DH**.

La société se décompose en trois grandes unités :

- ✓ **L'usine** : pour la fabrication d'aliments composés équilibrés, présentes sous forme de farine, miettes ou granulés et adapté pour chaque type d'animal.
- ✓ **Le laboratoire** : pour les analyses physico-chimiques (MM, MG, PB, AW, HUM) et microbiologiques.
- ✓ **Le pré-mix** : pour préparer des formules alimentaires ; concentrés d'oligoéléments, de vitamines et de minéraux qui seront ajoutées au produit final.

2) Fiche technique de la société ALF AL MAGHRIB :

Tableau 1 : Fiche technique de la société ALF AL MAGHRIB

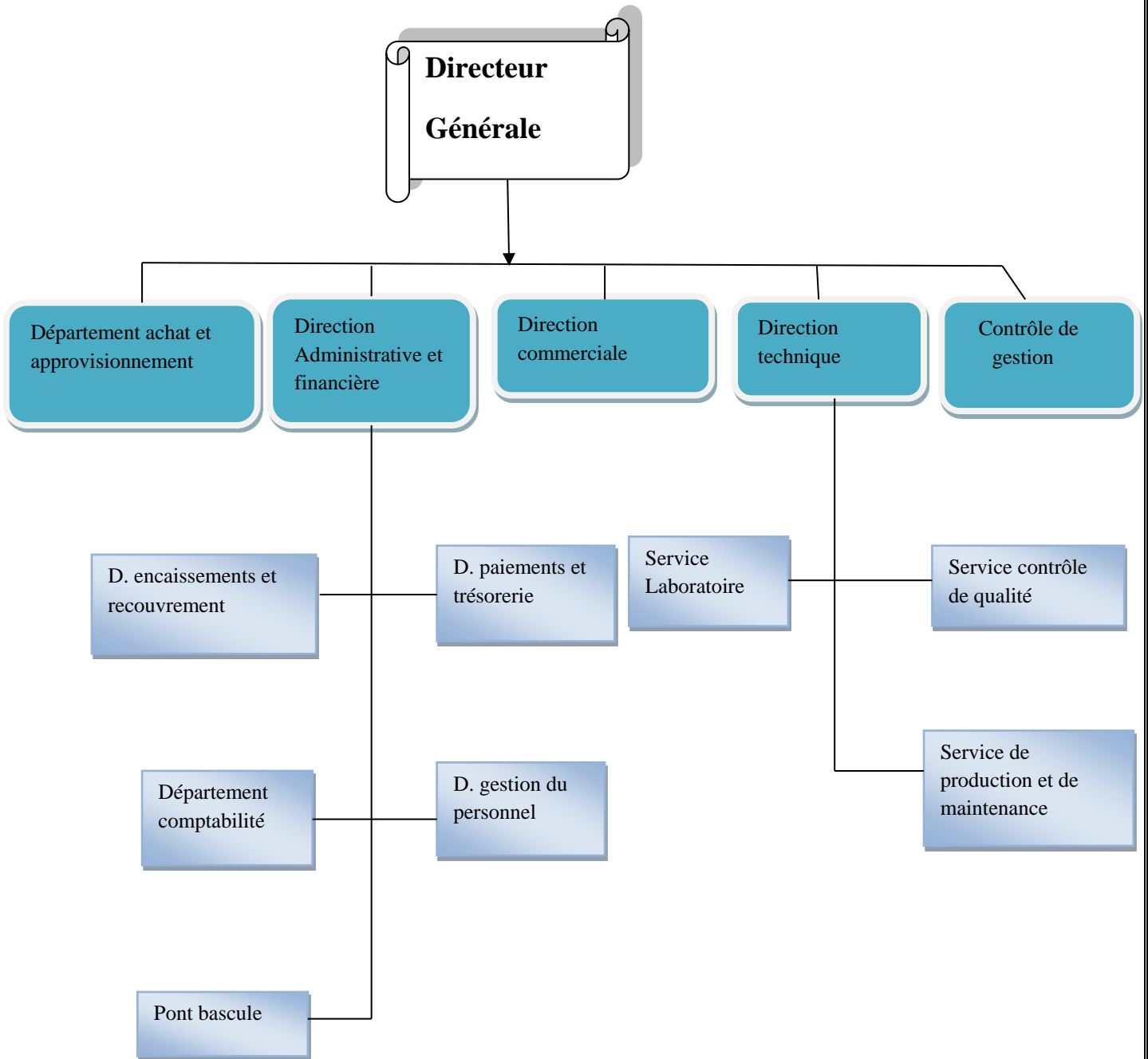
Dénomination sociale	Société ALF AL MAGHRIB
Forme juridique	Société anonyme
Date de création	04/07/1974
Capital	50.000.000DH
Siège social	Lotissement ENNAMAË, Quartier Industriel BENSOUDA, Fès
Effectif	144 permanents 52 temporaires
Produit	Aliments bétails et volailles
Capacité de production	800 tonnes/jour
Destination des produits	Fermes propres à l'entreprise Revendeurs et éleveurs
Certification	ISO 9001/OHSAS 18001 /ISO
Tél	05.35.72.80.95
Fax	05.35.65.56.08

3) Historique de la société ALF AL MAGHRIB :

Tableau 2 : historique de la société ALF AL MAGHRIB

1974	Création d'ALF AL MAGHRIB
1977-1978	Lancement des aliments pour poulets de chair
1980	Nouveau concept : autoconsommation des aliments pour l'élevage de l'entreprise
1986	Sécheresse qui a permis a la société de s'élargir par le biais d'un investissement sur une presse, et ce grâce aux subventions de l'état.
1998	ALF AL MAGHRIB a ses locaux au quartier industriel de BENSOUDA
2002	Création de PREMIX
2006	Installation de la nouvelle ligne de production
2009	Certification ISO 9001.Version.2008 et fusion avec le groupe ATLAS
2010	Certification OSHAS 18001

4) Organigramme de la société ALF AL MAGHRIB :



5) Laboratoire physico-chimique :

La partie laboratoire est une partie très importante dans l'entreprise, il s'agit d'un laboratoire bien équipé de toutes les machines et matériels d'analyse physico-chimique permettant la réalisation de plusieurs analyses qui ont des objectifs différents tels que :

- La vérification de la micro-composition des matières premières
- Vérification de la qualité nutritionnelle des produits finis
- Validation de certaine méthode d'analyse avant de les utiliser

A partir d'un plan de contrôle rédigé par le service qualité, le laboratoire est tenu de faire des analyses de la matière première à la réception et en cours de stockage ainsi que des analyses des produits finis.

Ces analyses visent à contrôler plusieurs paramètres tels que la matière grasse, la matière minérale, protéine brute, l'humidité et l'activité de l'eau.

Plus d'autres analyses par mois tels que le taux de calcium et de cellulose, la solubilité des protéines dans KOH et dans l'eau distillée (indice de dispersibilité des protéines : IDP).

DEUXIEME CHAPITRE

PROCESSUS DE FABRICATION

1-Processus de fabrication :

Le processus de fabrication des aliments composés peut se décomposer en plusieurs étapes principales : la réception des matières premières, la fabrication et l'expédition. Elles sont précédées d'une étape de recherche et de formulation pour déterminer les besoins alimentaires des animaux et les caractéristiques des matières premières sont rigoureusement étudiés dans les laboratoires et les centres de recherche afin d'assembler les ingrédients dans des proportions adaptées.

a) Formulation et recherche de la meilleure recette

Les animaux doivent trouver dans leur alimentation des apports quotidiens en énergie, en protéines, en vitamines, en minéraux et en fibres végétales. Ils les trouvent dans les aliments composés où les différentes matières premières sont assemblées en fonction de ce qu'elles apportent dans un dosage équilibré. Pour tous les animaux d'élevage, les céréales constituent la base énergétique de la ration alimentaire. Elles représentent en moyenne près de 50% des matières premières mises en œuvre dans les aliments composés.

Les besoins nutritionnels des animaux dépendent de l'espèce, de l'âge, du sexe et de ce qu'ils produisent. En fonction de ces besoins, le formulateur, comporte pour chacun une recette adaptée, un assemblage spécifique de matières premières... un aliment nutritionnellement équilibré doit aussi être facile à consommer.

Pour cela les fabricateurs adaptent la forme de présentation de l'aliment : Farine (poussin, poule), miette (volaille), granulé (bovin, ovin) selon la taille et la morphologie de l'aliment.

b) Réception

La majorité des matières premières utilisées dans la fabrication des aliments composés sont importées. A la réception deux types de contrôles sont effectués :

- **Un contrôle du poids net** ; par des ponts bascules, permettant de s'assurer de la quantité livrée
- **Un contrôle visuel et olfactif**
- **Un contrôle de qualité** est effectué à la réception selon une méthode d'échantillonnage préétablie.

Les matières premières réceptionnées en vrac, le prélèvement s'effectue à l'aide d'une sonde d'échantillonnage dans des points différents du camion.

Alors pour ceux réceptionnés en sac, le prélèvement s'effectue à l'aide d'une canne à sonde en fonction du nombre de sacs.

c-Stockage

Le contenu des camions est déchargé en vrac dans deux fosses de capacités différentes, ensuite la matière première est transportée vers des silos de stockage de différentes capacités.

d- Dosage et Pré Mélange

Cette étape consiste à peser la quantité de la matière première par biais de deux bennes peseuses. Cette opération est déterminée par une formule préétablie par le responsable de formulation, prenant en compte la destination du produit fini.

Une fois la matière première est dosée. Elle passe par une trémie assurant un premier mélange homogène de la matière premier avant d'être broyée.

e- Broyage

Le pré mélange passe par un broyeur à marteaux qui forcent les particules à passer à travers un tamis afin de réduire la matière première à une granulométrie très petite.

Son but est d'accroître la disponibilité de certains composants nutritionnels, la digestibilité et la réactivité des particules et faciliter l'étape de granulation.

f-Mélange

La matière broyée passe vers une mélangeuse qui reçoit :

- **Un pré mélange** (produit semi fini) : mélange homogène de plusieurs ingrédients.
- **Des additifs** : des apports liquides tels que la choline, huile de soja, méthionine liquide et la mélasse ou les macroéléments qui sont dosés à l'aide d'une troisième benne peseuse.

g-Distribution

Le produit ayant un aspect farineux est transporté vers des silos de stockage de produit fini appelés des cellules de vidanges ou bien vers des cellules de presse dans le cas de produit sous forme granulé ou de miette.

h- Pressage

Cette étape concernant les produits sous forme granulés ou miettes, est réalisée grâce à deux presses. Le mélange passe dans une presse alimentée par de la vapeur, ce procédé est le siège d'un traitement thermique et permet d'humidifier les particules granuléées.

i- Refroidissement

Le produit pressé subit un refroidissement afin d'éliminer l'excès d'eau et empêcher la formation d'agglomérats et éviter la condensation lors de stockage.

j-Emiettage

L'émietteur consiste au fractionnement des granules en des particules de taille définie selon l'animal concerné et son stade physiologique.

k-Tamisage

L'étape de tamisage qui s'effectue à l'aide du tamiseur à l'intérieur duquel s'installent 3 grilles de dimensions décroissantes qui permet d'éliminer des particules fines ou de sélectionner des particules selon leur taille.

Les grands granulés retournent à l'émetteur pour être cassés de nouveau alors que les fines passent vers la presse en suivant les étapes de granulation.

l-Expédition

Selon les commandes, les produits finis seront conditionnés en deux modes :

- **Mode sac de 50kg** : les produits ensachés dans des sacs en polypropylène et étiquetés avec des étiquettes qui enseignent sur la composition nutritionnelle, le numéro d'homologation, la date de fabrication et la durée de garantie, avec un numéro de lot enregistré sur le sac.
- **Mode vrac** : les produits finis directement expédiés dans des camions citernes.

m-Echantillonnage

Après avoir pris des échantillons de chaque produit (produit fini et matière première), ces derniers sont envoyés vers le laboratoire physico-chimique et bactériologique pour subir plusieurs analyses afin de contrôler leur qualité.

TROISIEME CHAPITRE

MATIERES PREMIERES

LE MAÏS

1) Matières premières :

L'approvisionnement du secteur bétail et volaille en matières premières est essentiellement assuré par la filière d'importation à cause de l'insuffisance des cultures locales. Les produits de nutrition animale sont principalement composés de céréales (maïs, orge, sorgho) La totalité des céréales et surtout le maïs proviennent de l'étranger, 90% d'Amérique et 10% de l'Argentine, elles arrivent à la société par transport en vrac, encore plus il y a les tourteaux d'oléagineux, la farine de poisson, les minéraux, et les pré-mix.

a) Les Céréales



Figure 1 : Blé



Figure 2 : Orge



Figure 3 : Maïs

Les céréales constituent un aliment d'engraissement des ovins bovins et volailles. Elles sont à la base de l'alimentation énergétique en particulier des monogastriques parce qu'elles sont riches en amidon et en fibre, d'autant plus que ce glucide fournit une énergie facilement digestible.

b) Les Tourteaux



Figure 4 : T.de Colza



Figure 5 : T.de Tournesol



Figure 6 : T.de Soja

Les tourteaux sont essentiels dans l'alimentation des animaux, ils constituent la 2^{ème} classe d'aliments la plus importante après les céréales.

La principale source de protéine en alimentation animale.

Ils contiennent également de la cellulose, et riche en phosphore et calcium.

c) Les Sous Céréales



Figure 7 : Corn Gluten Feed



Figure 8 : Son de Blé



Figure 9 : Farine de Riz

Ils sont classés parmi les aliments riches en azote, en amidon. Les teneurs en matière minérale sont de l'ordre de 5,5%.

Concernant les valeurs énergétiques les sous céréales sont riches en énergie.

d) Les Pulpes



Figure 10: P. de Caroube



Figure 11: P. de Betterave

Les **pulpes** sont des sous-produits de l'industrie sucrière dans les régions tempérées. La pulpe de betterave et de caroube sont des excellentes sources de cellulose digestible et de sucre soluble pour les ruminants.

e) Farine de Poisson



Figure 12 : Farine de Poisson

Les **farines de poisson** sont des farines animales produites à partir de poisson.

Obtenues par séparation de la phase liquide (eau et lipides, extraite par cuisson/pressage) et des protéines, puis par broyage et séchage, elles sont riches en protéines animales (lysine, méthionine) faciles à digérer pour de nombreux animaux tels que les volailles.

f) Grignons d'Olive



Les **grignons d'olive** sont un sous-produit du processus d'extraction de l'huile d'olive composé des peaux, des résidus de la pulpe et des fragments des noyaux. Les grignons sont les résidus solides, alors que les résidus liquides sont dénommés margine.

Figure 13 : Grignons d'Olive

j) Sel Marin



Une quantité de **sel marin** dans l'alimentation des animaux est essentiel pour la croissance correcte, le développement et production des bétails qui assimile très peu de sel dans son alimentation naturelle. La teneur du sel en Na et en Cl sont des éléments essentiels pour éviter la déshydratation, pour favoriser la digestion et l'assimilation des aliments, améliorant l'état de santé des animaux en générales.

Figure 14 : Sel Marin

g) Carbonate de Calcium CaCO_3



Le **carbonate de calcium** est employé comme additif alimentaire dans les aliments pour animaux. Dans le cas de la volaille, on obtient des meilleurs résultats dans la qualité de l'œuf et la dureté de sa coquille.

Figure 15 : Carbonate de Calcium

k) Stockage des matières premières :

Rigoureusement contrôlées à leur réception, les matières premières sont stockées dans de grands silos de stockage avec des conditions de températures et d'humidité bien précises ;

9 silos de capacité de **1500T** chacun pour le stockage des céréales

3 silos de capacité de **500T** chacun pour le stockage des tourteaux

14 silos d'une capacité varient entre **70T** et **100T** chacun pour conservation de MP à meilleures conditions

9 silos de pré-mix et 3 silos de stockage des minéraux.

2) Le Maïs (Alimentation animale, humaine, industrie)

C'est pour son grain riche en amidon que le maïs a d'abord été domestiqué. Encore aujourd'hui, il reste avant tout une culture vivrière dans les pays en développement, où il est consommé sous forme de bouillie, pâtes ... Dans les autres pays, il est surtout devenu une base importante pour l'alimentation animale. Il devient également, de plus en plus, une matière première pour l'industrie, tout en gardant une place dans l'alimentation humaine (maïs doux, maïs pop-corn et maïs transformé entrant dans la préparation de produits alimentaires).

Dans le maïs, tout peut être valorisé pour l'alimentation du bétail : les grains comme le feuillage. Pour les bovins, on utilise le maïs plante entière, ou maïs fourrage ; il peut être consommé toute l'année grâce à l'ensilage, technique de conservation par fermentation.

70 % du maïs produit dans le monde est utilisé en alimentation animale. Une partie de ce pourcentage est livré aux industriels de l'alimentation animale, pour être intégré dans les aliments composés.

Anatomie d'un grain de maïs :



Figure 16 : Anatomie d'un grain de maïs

Le grain de maïs est un aliment très complet. Il est constitué essentiellement d'amidon (environ 70 %) contenu principalement dans l'amande. Comme il renferme aussi des protéines (10%), des matières grasses (5%), des minéraux (calcium, phosphore) et des vitamines.

a -Les constituants nutritionnelles de maïs

Les principaux éléments nutritifs qui entrent dans la composition du maïs sont :

Amidon

Le principal composant chimique du grain de maïs est l'amidon, qui constitue de 72% à 73% de son poids. Les autres glucides sont des sucres simples présents sous forme de glucose, de saccharose et de fructose dans des proportions variant de 1% à 3% du grain.

Protéines

Après l'amidon, le composant chimique le plus important du grain est constitué par les protéines. Dans les variétés courantes, la teneur en protéines varie d'environ 8% à 11% du poids du grain. La plus grande partie des protéines se trouve dans l'albumen.

Huile et acides gras

La teneur en huile du grain de maïs provient essentiellement du germe. La teneur en huile est déterminée génétiquement, avec des valeurs étagées entre 3% et 18 %

Fibres alimentaires

Après les glucides, les protéines et les graisses, les fibres alimentaires sont le composant chimique que l'on trouve en plus grandes quantités. Les glucides du grain de maïs proviennent du périsperme et de la coiffe, mais ils sont également fournis par les parois des cellules de l'albumen et, dans une moindre mesure, les parois des cellules du germe.

Autres glucides

Lorsqu'il est mûr, le grain de maïs contient de petites quantités de glucides autres que l'amidon. Les sucres totaux du grain sont compris entre 1% et 3%, le saccharose, principal composant, se trouvant essentiellement dans le germe.

Sels minéraux

La concentration des cendres dans le grain de maïs est d'environ 1,3% soit un peu moins seulement que la teneur en fibres brutes.

L'autre vitamine liposoluble, la vitamine E, sujette à un certain contrôle génétique, se trouve surtout dans le germe.

b- La production mondiale de maïs

Le maïs est l'une des céréales les plus produites et les plus consommées au monde. Il constitue un marché très vaste et important : en 2018, la valeur des exportations de maïs a atteint 33,9 milliards de dollars. Alors quelles sont les tendances de la production de maïs ?

Selon les prévisions du Département de l'Agriculture des États-Unis (USDA), la récolte mondiale de maïs en 2019-2020 enregistrera un léger fléchissement par rapport à l'année précédente :

Les estimations font état de 1 108 millions de tonnes, contre 1 124 millions de tonnes en 2018-2019.

Les États-Unis, la Chine, le Brésil et l'Argentine sont les principaux producteurs du maïs dans le monde ; ils représentent deux tiers de la production mondiale.

PARTIE EXPERIMENTALE

QUATRIEME CHAPITRE

ANALYSES

PHYSICO-CHIMIQUES

SUR LE MAIS

1) Matériels et méthodes :

Au cours de ce travail, nous sommes intéressés de faire un contrôle sur la conformité d'une matière première importé par la société ALF EL MAGHRIB chaque jour qui est le Maïs 2030.

Le prélèvement d'échantillon 2030 se fait dans l'usine et a la réception au laboratoire, il est broyé se forme de farine.



Figure 17 : Maïs entier

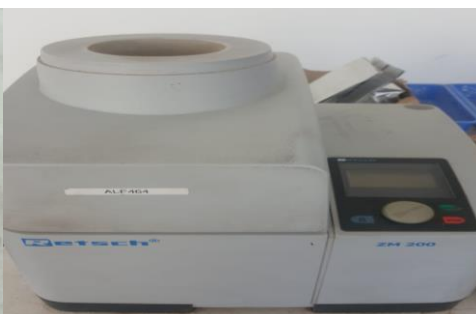


Figure 18 : Broyeur



Figure 19 : Maïs broyer

a- Matière Grasse

Principe

Extraction de la matière grasse par un solvant spécifique (éther de pétrole) dans un appareil approprié.

Réactif

Ether de Pétrole

Matériels

- Matériels courant de laboratoire et notamment ;
- Cartouches d'extraction
- Dessiccateur
- Tube extracteur de type SOXHLET
- Appareil de SOXHLET, Etuve



Figure 20 : Appareil de SOXHLET



Figure 21 : Dessiccateur

Mode opératoire

- 1- On pèse la masse des récipients en verre vide et propre et on note P_0
- 2- On pèse 10,0000g d'échantillons broyé (P_{essai}) dans un papier filtre, la mettre dans les cartouches puis dans les récipients en verre.
- 3- On verse 150ml d'éther de pétrole dans les récipients en verre

4- On lance les échantillons dans l'appareil de Soxhlet (figure 20) allumé et on attend la fin de l'extraction.

5 -On fait sortir les récipients en verre, les met dans l'étuve pour sécher environ 1h puis dans le dessiccateur(figure 21) pour refroidir.

6- On prend la pesée finale des récipients en verre après avoir sorti les cartouches, et on note P_f .

b-Matière minérale

Principe

Cette analyse consiste à mettre l'échantillon dans le four à moufle à 550°C pour pouvoir brûler toute les matières organiques et ne laisser que la matière minérale.

Matériels

- Matériels courant de laboratoire et notamment ;
- Creusets en porcelaine
- Four à Moufle 550°C

Mode opératoire

- 1- On pèse un creuset vide et propre, et on note P_0
- 2- On pèse $5,0000\text{g}$ de l'échantillon bien broyé (P_{essai}) et la met dans le creuset.
- 3- On place le creuset dans le four à moufle (550°C) pendant 6h.
- 4- A la fin de l'incinération, faire sortir le creuset du four, mettre dans le dessiccateur pour refroidir et peser le poids finale P_f .



Figure 22 : Four à Moufle

c-Humidité

Principe

Après broyage et conditionnement éventuels, on fait sécher le produit à une température déterminée et pendant un temps précis. Dans le cas de Maïs la température est 130°C pendant 4h.

Matériels

- Matériels courant de laboratoire et notamment ;
- Les boîtes de pétrie
- Etuve



Figure 23 : Boîte de Pétrie

Mode opératoire

- 1- On pèse une boîte de pétri vide, sèche et propre, soit P_0
- 2- On pèse 5, 0000g de l'échantillon soit P_{essai} , on la met dans la boîte de pétrie (figure 23)
- 3- On place la boîte, le couvercle enlevé dans l'étuve chauffée à 103°C.
- 4- A la fin de l'opération on remet le couvercle sur la boîte, et on la retire de l'étuve.
- 5- On la laisse refroidir et on pèse le pois final P_f

d-Activité de l'eau (A_w)

Principe

Cette méthode consiste à déterminer l'eau libre dans l'échantillon (Maïs), la mesure se fait par un activimètre qui nous renseigne aussi sur la température de l'échantillon. L'excès d'eau dans un produit peut entraîner une augmentation du régime de l'accroissement microbien et sont donc plus sensibles à la dégradation.

Matériels



Figure 24 : Activimètre

Mode opératoire

On lance directement l'échantillon dans l'Activimètre (figure 24) et on note les résultats.

e) Protéine Brute

Principe

La détermination de la teneur en protéines brutes des aliments des animaux selon la méthode de kjeldahl.

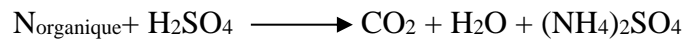
La méthode de Kjeldahl est une technique de détermination du taux d'azote dans un échantillon. Elle est applicable pour le dosage de l'azote de différents composés azotés tels les amines.

La méthode Kjeldahl s'effectue en trois étapes :

Etape 1 : Minéralisation de l'échantillon

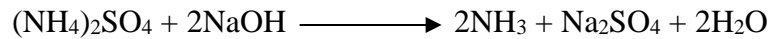
Pendant l'étape de la minéralisation, l'azote protéique est transformé en azote ammoniacal par oxydation de la matière organique dans l'acide sulfurique concentré à haute

température, en présence d'un catalyseur. L'acide sulfurique concentré a pour but d'oxyder la matière organique et de transformer l'azote protéique en ammoniacque NH₃.

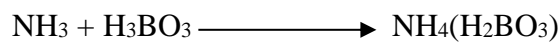


Etape 2: Distillation de l'ammoniac

Avant de distiller l'ammoniac à la vapeur d'eau, on doit libérer l'ammoniac par l'addition d'une solution concentrée de NaOH en excès.

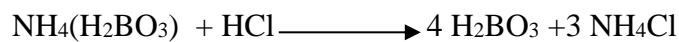


L'ammoniac est ensuite distillé par la vapeur d'eau et piégée dans une solution d'acide borique. L'ammoniac réagit avec l'acide borique pour former des sels borates d'ammonium :



Etape 3 : Titrage de l'ammoniac

Les vapeurs d'ammoniac sous la forme de borates d'ammonium sont condensées au contact d'un réfrigérant puis L'ammoniac est titré directement à l'aide d'une solution d'acide chloridrique (HCL) :



On Calcul la teneur en azote et on Multiple le résultat par le facteur conventionnel 0,875 afin d'obtenir la teneur en protéines brutes.

Réactif

- Acide sulfurique concentré (98%)
- Catalyseur (K₂SO₄ +CuSO₄)
- Eau distillé
- La soude (NaOH)
- Acide borique (H₃BO₃) et Acide Chloridrique (HCl) 0,1N

Matériels

Matériels courant de laboratoire et notamment ;



Figure 25 : Minéralisateur



Figure 26 : Appareil de Distillation



Figure 27 : Matras

et Dosage Automatique

Mode opératoire

-Peser 1g d'échantillon frais homogénéisé avec un papier exempt d'azote comme support et on ajoute le catalyseur et 25ml d'acide sulfurique concentré, le mélange est mis dans un matras de minéralisation.

-Allumer le minéralisateur (figure 25), avec une température de 400°C et une durée de 4h. Eteindre le minéralisateur, laisser refroidir pendant 30 min

-Les minéralisât doit prendre une coloration bleu-vert.

-On Lance la distillation puis Le dosage se fait au fur et à mesure d'une manière automatique.

f- Carte de contrôle :

Définition

La carte de contrôle est un outil de prévention, elle permet de prévoir la performance qualité d'un procédé, elle peut aussi surgir des variations anormales dont il faudra identifier les causes et éventuellement les éliminer.

C'est une mesure évaluée à partir d'un ensemble d'échantillons et sur laquelle on indique les limites de contrôle.

Principe

Pour suivre l'évolution du procédé, des échantillons sont effectués régulièrement. Pour chaque échantillon, on calcul la moyenne, et l'étendue. Ces valeurs sont alors portées sur un graphique. Au fur et à mesure, on remplit la carte qui donne alors une visualisation de l'évolution de processus. Des limites de contrôles sont mises en place pour savoir si l'évolution est correcte.

Le type de la carte utilisé

Pour faire un suivi journalier du maïs, j'ai appliqué la carte de contrôle la plus utilisée de type (X ; R)

Calcul de carte de contrôle

Il faut établir deux cartes de contrôle ; carte des moyennes et carte des étendues.

Pour la carte des moyennes :

- LSC (limite de contrôle supérieure) = $\bar{X} + A_2 \times R$
- LIC (limite de contrôle inférieure) = $\bar{X} - A_2 \times R$

Pour la carte des étendues :

- LSC (limite de contrôle supérieure) = $R \times D_3$
- LIC (limite de contrôle inférieure) = $R \times D_4$

2) Résultats et discussions

a) Analyses physico-chimique

La matière grasse :

Méthode de calcul :

$$\text{EQ1 : \%MG} = \frac{P_f - P_0}{P_{\text{essai}}} \times 100$$

NB : la matière grasse ne doit pas être inférieure à 3%

Le tableau 3 résume les résultats des analyses de la matière grasse sur le maïs 2030

Tableau 3: Teneur en matière grasse de maïs 2030

Produit	P ₀	P _{essai}	P _f	% MG
Maïs	141,7122	10,0035	142,0495	3,37

Le résultat obtenu est supérieur à 3%

La matière minérale :

Méthode de calcul :

$$\text{EQ2 : \%MM} = \frac{P_f - P_0}{P_{\text{essai}}} \times 100$$

NB : La matière minérale ne doit pas être inférieure à 1%

Le tableau 4 récapitule les résultats des analyses de la matière minérale sur le maïs 2030

Tableau 4 : Teneur en matière minérale de maïs 2030

Produit	P ₀	P _{essai}	P _f	%MM
Maïs	51,0947	10,0035	142,0495	3,37

Le résultat obtenu est supérieur à 1%

Humidité :

Méthode de calcul :

$$\text{EQ3 : \%HUM} = \frac{P_0 + P_{\text{essai}} - P_f}{P_{\text{essai}}} \times 100$$

Teneur en eau = Humidité

NB : L'humidité ne doit pas dépasser 15%

Le tableau 5 rassemble les résultats des analyses de l'humidité sur le maïs 2030

Tableau 5 : Teneur en eau de maïs 2030

Produit	P ₀	P _{essai}	P _f	%HUM
Maïs	38,1919	5,0068	42,4619	14,71

Le résultat obtenu est inférieur à 15%

Activité de l'eau :

Méthode de calcul :

Directement affiché

NB : L'activité de l'eau ne doit pas dépasser 0.730%

Le tableau 6 englobe les résultats des analyses de l'activité de l'eau sur le maïs 2030

Tableau 6 : Activité de l'eau dans le maïs 2030

Produit	T°C Affichée	T°C Labo	%AW
Maïs	20,6	20,5	0,674

Le résultat obtenu est inférieur à 0.730%

La protéine brute :

Méthode de calcul :

$$\text{EQ4 : \%PB} = \frac{\text{la chute d'échantillon}}{\text{prise d'essai}} \times 0.875$$

NB : Le résultat ne doit pas être inférieur à 6.5%

Le tableau 7 rassemble les résultats des analyses de la protéine brute sur le maïs 2030

Tableau 7 : La teneur en protéine de maïs 2030

Produit	Prise d'essai	Chute d'échantillon	% PB
Maïs	1 ,0023	8,32 ml	7,28

Le résultat obtenu est supérieur à 6.5%

La composition de maïs 2030 selon les résultats obtenus est la suivante :

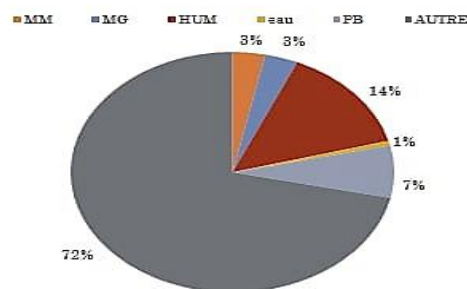


Figure 28 : La composition du maïs 2030

Interprétation

D'après les normes de contrôle utilisé par la société et les résultats du maïs 2030 obtenus on constate que tous les paramètres d'analyses sont conformes.

Tableau 8 : Résultats des analyses finales de maïs 2030

Matière première	Les analyses Physico-chimiques	Résultats	Observation
MAÏS	MG	3,37	CONFORME
	MM	3,38	
	HUM	14,71	
	AW	0,674	
	PB	7,28	

Donc le maïs analysé est de bonne qualité nutritionnelle.

Dans le cas d'un manque au niveau d'un paramètre les responsables de qualité remédie par l'ajout pré-mix.

b) Résultats de la carte de contrôle :

J'ai préparé cette carte par la procédure de prendre vingt prises de différents échantillons du même produit qu'est le maïs sur le paramètre de la matière grasse.

Les résultats obtenus sont représentés dans les tableaux ci-dessous

N° de Jour	Matière Grasse (%)	moyenne	Vrai valeur	LC	LCS	LCI
1	7,17	1,60	3,30	7,35	8,99	5,72
2	6,98	1,60	3,30	7,35	8,99	5,72
3	6,85	1,60	3,30	7,35	8,99	5,72
4	7,04	1,60	3,30	7,35	8,99	5,72
5	7,07	1,60	3,30	7,35	8,99	5,72
6	6,85	1,60	3,30	7,35	8,99	5,72
7	7,17	1,60	3,30	7,35	8,99	5,72
8	7,15	1,60	3,30	7,35	8,99	5,72
9	7,08	1,60	3,30	7,35	8,99	5,72
10	7,84	1,60	3,30	7,35	8,99	5,72
11	7,40	1,60	3,30	7,35	8,99	5,72
12	7,47	1,60	3,30	7,35	8,99	5,72
13	7,61	1,60	3,30	7,35	8,99	5,72
14	7,17	1,60	3,30	7,35	8,99	5,72
15	7,16	1,60	3,30	7,35	8,99	5,72
16	7,11	1,60	3,30	7,35	8,99	5,72
17	8,79	1,60	3,30	7,35	8,99	5,72
18	8,47	1,60	3,30	7,35	8,99	5,72
19	7,17	1,60	3,30	7,35	8,99	5,72
20	7,52	1,60	3,30	7,35	8,99	5,72

Tableau 9 : résultats de la moyenne du teneur en matière grasse des échantillons de maïs

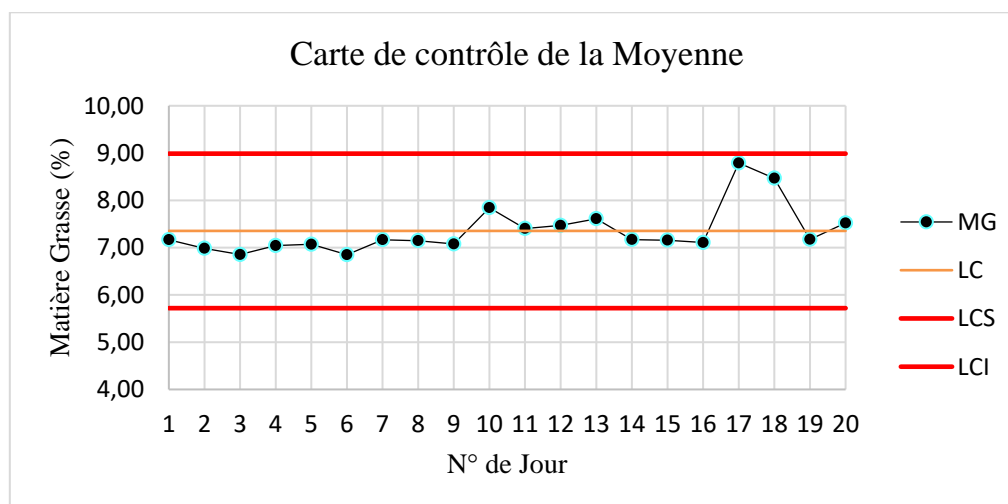


Figure 29 : la carte de contrôle des moyennes

Interprétation

D'après la carte de contrôle de la moyenne, on observe que tous les mesures sont comprises entre les limites de contrôle ; supérieur et inférieur, avec une distribution aléatoire ; ce qui signifie que la matière grasse de ce maïs est stable dans le temps, les facteurs externes (température, lumière...) n'ont pas d'influence sur la matière grasse du maïs.

N° de Jour	La Matière Grasse (%)			Etendue	Vrai valeur	LC	LSC	LIC
	rép 1	rép 2	rép 3					
1	6,57	6,55	8,38	1,83	3,3	1,60	4,11	0,00
2	6,30	6,30	8,35	2,05	3,3	1,60	4,11	0,00
3	6,09	6,12	8,35	2,26	3,3	1,60	4,11	0,00
4	6,40	6,38	8,35	1,97	3,3	1,60	4,11	0,00
5	6,43	6,43	8,35	1,92	3,3	1,60	4,11	0,00
6	6,11	6,09	8,35	2,26	3,3	1,60	4,11	0,00
7	6,58	6,57	8,35	1,78	3,3	1,60	4,11	0,00
8	6,50	6,59	8,35	1,85	3,3	1,60	4,11	0,00
9	6,38	6,50	8,35	1,97	3,3	1,60	4,11	0,00
10	7,59	7,59	8,35	0,76	3,3	1,60	4,11	0,00
11	6,95	6,91	8,35	1,44	3,3	1,60	4,11	0,00
12	7,03	7,03	8,35	1,32	3,3	1,60	4,11	0,00
13	7,23	7,25	8,35	1,12	3,3	1,60	4,11	0,00
14	6,59	6,57	8,35	1,78	3,3	1,60	4,11	0,00
15	6,53	6,59	8,35	1,82	3,3	1,60	4,11	0,00
16	6,42	6,55	8,35	1,93	3,3	1,60	4,11	0,00
17	9,01	9,01	8,35	0,66	3,3	1,60	4,11	0,00
18	8,55	8,50	8,35	0,20	3,3	1,60	4,11	0,00
19	6,59	6,58	8,35	1,77	3,3	1,60	4,11	0,00
20	7,12	7,09	8,35	1,26	3,3	1,60	4,11	0,00

Tableau 10 : résultats de l'étendue du teneur en matière grasse des échantillons du maïs

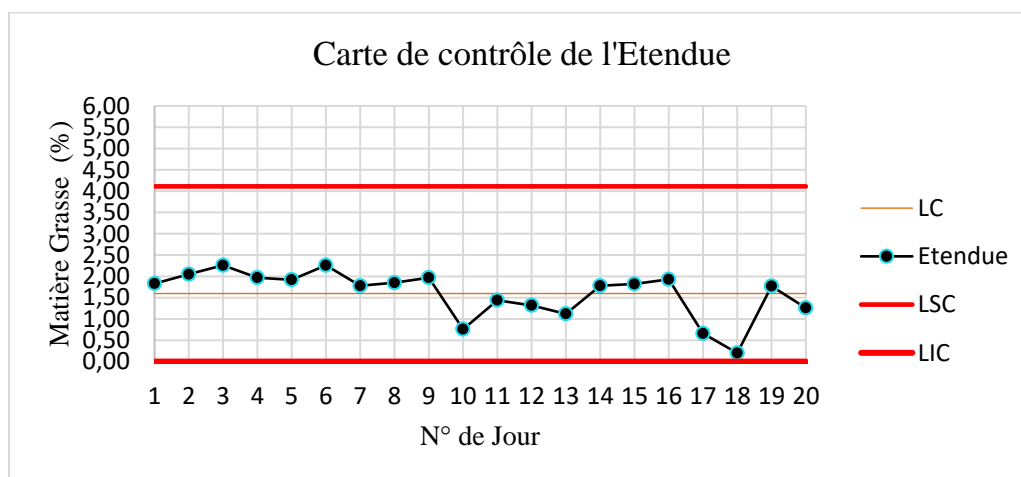


Figure 30 : la carte de contrôle des étendues

Interprétation

D'après la carte de contrôle de l'étendue, on observe que tous les mesures ne dépassent pas les limites de contrôle ; supérieur et inférieur avec une distribution aléatoire ; ce qui signifie que le maïs est de bonne qualité nutritionnelle et respect les normes de contrôle.

Conclusion

Dans le cadre du projet de fin d'études, réalisé au laboratoire de la société ALF AL MAGHRIB, nous avons travaillé sur le suivi des analyses physico-chimiques du maïs qui présente la matière première la plus importante au niveau de cette société.

Les résultats trouvés montrent que le maïs 2030 est de bonne qualité, puisque, tous les résultats des analyses physico-chimiques sont conformes aux seuils d'acceptations. Par conséquent, le maïs 2030 est prêt à être utilisé pour la fabrication des aliments de volailles, de bétails et pour le stockage.

Références

- 1) <http://mawachi.com/mot-du-directeur/>
- 2) <https://pdfcoffee.com/automatisation-de-la-chaudiere-belghitinisrine-2392-pdf-free.html>
- 3) <https://www.clicours.com/memoire-online-amelioration-du-taux-de-rendement-synthetique-trs-des-lignes-de-poulet-chair-croissance-et-demarrage/>
- 4) https://nutranim.com/en/nutrition_animale.php
- 5) <https://sonalci.com/shop/mais/>
- 6) <https://florilege.arcad-project.org/fr/dossiers/mais>
- 7) https://florilege.arcad-project.org/fr/page_dossier/une-plante-aux-multiples-usages