



**FACULTÉ D'AGRONOMIE
ET DE MÉDECINE
VÉTÉRINAIRE**

(F.A.M.V)

**FACULTÉ DES SCIENCES
DE L'AGRICULTURES ET
DES ALIMENTATIONS**

(F.S.A.A)

DÉPARTEMENT DE PRODUCTION ANIMALE

(P.D.A)

**Le maïs à haute valeur protéique (maïs QPM), pour une meilleure santé nutritionnelle
haïtienne**

Mémoire

Présenté par Piterson FLORADIN

Pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur-
Agronome

Promotion : 2009-20114

Option : Production animale

Directrice de recherche : Muriel SUBIRADE Ph. D.

Co-directeur de recherche : Patrice DION Ph. D

**Le maïs à haute valeur protéique (maïs
QPM), pour une meilleure santé
nutritionnelle haïtienne**

Ce mémoire intitulé :

Le maïs à haute valeur protéique (maïs QPM), pour une meilleure santé nutritionnelle haïtienne

a été approuvé par un jury composé de :

	Signature	Date
Pierre-Mathieu Charest Vice doyen aux études
Muriel Subirade Directrice de recherche
Patrice Dion Co-directeur de recherche

DÉDICACES

Ce travail est dédié à :

- Mes parents M^r Saint-Marc FLORADIN et M^{me} Claudine DURANT pour leur amour inestimable, leur confiance, leur soutien, leurs sacrifices et toutes les valeurs qu'ils ont su m'inculquer.
- Mes frères et mes sœurs pour leur tendresse, leur complicité et leur présence malgré la distance qui nous sépare.
- Toute la Promotion FIAT LUX, plus particulièrement l'option Production Animale qui a su donner l'exemple d'unité, de collaboration et de détermination.

REMERCIEMENTS

La réalisation de ce mémoire a été possible grâce au concours de plusieurs personnes à qui je voudrais témoigner toute ma reconnaissance.

Je tiens à remercier spécialement le grand Architecte de l'Univers pour m'avoir donné la vie, le courage, la force, la détermination et qui ne cesse de m'accompagner dans mes études.

Je voudrais adresser toute ma gratitude à mes encadreurs Muriel SUBIRADE Ph. D. et Patrice DION Ph.D, pour leur patience, leur disponibilité et surtout les judicieux conseils qui ont contribué à alimenter ma réflexion. Ma profonde gratitude va également au Vice-Doyen Pierre-Mathieu CHAREST pour son support inconditionnel durant tout mon séjour passé à l'Université Laval.

Un remerciement spécial va au programme des futurs leaders dans les Amériques (PLFA) pour avoir financé ce travail à l'Université Laval.

Je tiens à remercier également Diane GAGNON, professionnelle de recherche, pour l'honneur qu'elle m'a fait en acceptant de superviser mes travaux de laboratoire. Sa disponibilité, sa gentillesse et ses précieuses directives tout au long de la réalisation de ce travail m'ont beaucoup impressionné et m'ont aidé à trouver des solutions pour avancer.

Je désire aussi remercier mes professeurs de la FAMV et de l'Université Laval qui m'ont fourni les outils nécessaires pour la réussite de mon mémoire de fin d'études. Je tiens à remercier spécialement Felix San Vicente et Agronome Saintus pour les graines des variétés de maïs.

Je remercie également Gilles TREMBLAY, Marie Rachele LEXIDORT, Aloys NIZIGIYIMANA, Cindy ULYSSE, Jackson JEUDY et Nikson PIERRE, Pascal DUBÉ, Alain BROUSSEAU et Perrine FEUTRY.

Mes remerciements les plus chaleureux vont à tous mes collègues haïtiens pour leurs encouragements et pour l'ambiance agréable tout au long de ce stage.

Ce mémoire de fin d'étude n'aurait jamais abouti sans l'appui de mes parents, mes frères et mes sœurs et tous ceux qui me sont chers. Qu'ils trouvent dans ce travail le fruit de leur patience et de leur sacrifice.

RÉSUMÉ

Afin d'apporter une pierre à la construction de l'édifice nutritionnel haïtien, l'Université Laval par son projet AKOSAA a souhaité introduire 7 nouvelles variétés de maïs à haute valeur protéique (maïs QPM) en Haïti. Deux essais d'adaptations de ces variétés par rapport à une variété locale, le «CHICKEN CORN », ont été réalisés dans deux zones en Haïti. L'objectif de cette étude était d'évaluer la composition chimique des grains de ces variétés produites dans les deux zones. Les teneurs en protéines, en acides aminés, en amidon, en fibres, en cendres, en lipides et en minéraux ont été mesurées et calculées pour chaque échantillon par les méthodes officielles préconisées par l'AOAC. Des différences non-significatives ($p > 0,05$) ont été observées dans les résultats pour les teneurs en lipides, en fibres alimentaires, en cendres brutes. Cependant, des différences significatives ($p < 0,05$) ont été observées entre les nouvelles variétés et le CHICKEN CORN pour les teneurs en protéines, en amidon et en acides aminés. Les résultats indiquent que la variété Chicken Corn possède une teneur en protéines supérieure à celles des variétés QPM. Les variétés SOOTLYQHGAB, SO3TLYQHGAB05 et SO5TLYQHGAB02 ont montré la plus grande teneur en lysine dans les deux environnements de culture. Les résultats ont aussi démontré que l'environnement exerce une influence sur l'expression du caractère QPM.

Mots clés : Maïs à haute valeur protéique (maïs QPM), santé nutritionnelle haïtienne

ABSTRACT

To bring a stone to the building of the Haitian nutritional system, Laval University through its AKOSAA project wished to introduce 7 new varieties of quality-protein maize (QPM maize) in Haiti. Two adaptation trials of these varieties compared to the local variety "CHICKEN CORN" have been performed in two different areas in Haiti. The objective of this study was to evaluate the chemical composition of the grains of these varieties produced in the two different environments. Contents in protein, amino acids, starch, fiber, ash, fat and minerals were measured and calculated for each sample by official methods recommended by official AOAC method. Non-significant differences ($p > 0, 05$) were observed for the levels of fat, dietary fiber and crude ash. However, significant differences ($p < 0, 05$) were observed between QPM and CHICKEN CORN for protein, starch and amino acids. The results indicate that the CHICKEN CORN variety has a higher protein content than QPM varieties. Varieties SOOTLYQHGAB, SO3TLYQHGAB05 and SO5TLYQHGAB02 showed the largest lysine content in both growing cultivation environments. The results also demonstrated that the environment influences the expression the QPM character.

Keywords: high protein (QPM maize), haitian health nutrition

TABLE DES MATIÈRES

SUJET :	ii
DÉDICACES.....	iv
REMERCIEMENTS	v
RÉSUMÉ.....	vi
ABSTRACT	vii
Listes des tableaux et des figures	xi
Liste des abréviations	xiii
I. Introduction.....	15
II. Revue des écrits antérieurs	18
2.1. La production du maïs en Haïti	18
2.1.1. Les variétés de maïs cultivées en Haïti.....	18
2.1.2. Environnement et conditions particulières de la production du maïs en Haïti :	19
2.1.4. Les facteurs influençant le rendement et la qualité nutritionnelle du maïs	21
2.2. Composition chimique du grain maïs.....	23
2.2.1. Caractéristique du grain maïs	23
2.2.2. Composition des différents éléments nutritifs du maïs grain :	24
2.2.3. Déficience et Complémentation du maïs.....	26
2.3. Le maïs à haute valeur protéique (maïs QPM).....	27
2.3.1. La supériorité nutritionnelle et la valeur biologique du maïs QPM	28
2.3.2. Importance du maïs QPM pour la nutrition animale	28
2.3.3. Importance du maïs QPM pour la nutrition humaine	29
2.4. Les systèmes d'analyses pour la détermination des protéines, des acides aminés et des minéraux du maïs.	30
2.4.1. Les méthodes de dosage des protéines	30
III. Hypothèse et objectifs spécifiques	32
3.1. Hypothèse.....	32

3.2. Objectifs spécifiques	32
IV. - Matériels et Méthodes.....	33
4.1.- Population sous-étude	33
4.2.- Caractéristiques des sites expérimentaux :.....	33
4.2.1.-Lalouère quatrième section, commune de Saint-Marc.....	33
4.2.2.- La plaine de l'Arcahaie	34
4.3.- Conditions expérimentales durant la réalisation des essais d'adaptations	34
4.3.1.- Procédures expérimentales.....	34
4.3.2.- Récolte et traitement post récolte	35
4.4.- Laboratoires d'analyse	35
4.5.- Description des conditions expérimentales de l'étude	35
4.5.1.- Variable indépendante de l'étude.....	35
4.5.2.- Variable dépendante de l'étude	36
4.6.- Les méthodes d'analyses des échantillons	36
4.6.1.- Prélèvement et préparation de l'échantillon.....	36
4.6.2.- Pour le dosage des solides totaux et de l'humidité :.....	37
4.6.3.- Détermination des teneurs en lipides, en cendres, en amidon et en fibres alimentaires :....	37
4.6.4.- Mesure de l'azote total contenu dans le maïs.....	38
4.6.5.- Dosage des acides aminés du maïs.....	38
4.6.6.- Dosage du fer et du zinc	40
4.7.- Analyses statistiques	41
5.-Résultats et discussions	42
5.1.- Teneur en protéines des variétés	42
5.2.- Teneur en amidon des variétés	44
5.3.- Teneurs en matières sèches, en lipides, en fibres et en cendres des variétés	45
5.4.- Teneur en acides aminés des protéines des variétés.....	47
5.5.- Teneurs en Fer et en zinc contenues dans les variétés de maïs :	49

6.- Conclusion	52
7.- Références.....	53
ANNEXE 1.....	58
ANNEXE 2.....	60
ANNEXE 3.....	61
ANNEXE 4.....	69

Listes des tableaux et des figures

Tableau 1: Répartition des rendements des principales variétés dans certaines zones de production du maïs.....	8
Tableau 2 : Composition chimique approximative des principales parties du grain de maïs en %.....	23
Tableau 3 : Composition chimique approchée des différents éléments nutritifs du maïs grain.	24
Tableau 4 : Répartition de la teneur en acides aminés du grain de maïs en % N X 6,25.....	25
Tableau 5 : liste des variétés avec leur origine et leur caractéristique.....	32
Tableau 6 : Répartitions des échantillons analysés.....	36
Tableau 7 : Répartition de la teneur en protéines dans les variétés de maïs.....	42
Tableau 8 : Répartition de la teneur en amidon dans les variétés de maïs	44
Tableau 9 : Teneurs en matières sèches, en lipides, fibres et en cendres des variétés de maïs.....	45
Tableau 10 : Composition des variétés de maïs en acides aminés essentiels.....	56
Tableau 11 : Composition des variétés de maïs en acides aminés non-essentiels.....	57
Tableau 12 : Teneurs en fer et en zinc des variétés de maïs.....	58
Fig. 1 : Relation entre la teneur en protéine mesurée par la méthode de Dumas et le spectrophotomètre de proche d'infrarouge de Perten.....	41
Fig. 2: Répartition de la teneur en protéines des variétés cultivées dans les deux zones expérimentales.....	43
Fig. 3 : Relation entre les teneurs en lipides et lysines des variétés de maïs	45
Fig. 4: Répartition de la teneur en lysine des variétés cultivées dans les deux zones expérimentales	46

Fig. 5. Répartition de la teneur en fer des variétés cultivées dans les deux zones expérimentales.....	48
Fig. 6. Répartition de la teneur en zinc des variétés cultivées dans les deux zones expérimentales.....	49
Fig. 7 : Relation entre la teneur en fer et la teneur en lysine des variétés de maïs	50
Fig. 8 : Relation entre la teneur en zinc et la teneur en lysine des variétés de maïs	50

Liste des abréviations

ANOVA	Analyse des Variances
AOAC	Association of Official Analytical Chemists
AV. J.C.	Avant Jésus-Christ
BAC	Bureau Agricole Communale
CEROM	Centre de Recherche en Grain au Canada
CIMMYT	Centre International d'Amélioration du Maïs et du Blé au Mexique
CNA	Combustion de l'Azote
CNSA	Coordination Nationale de la Sécurité Alimentaire
EMMUS-V	Enquête Mortalité, Morbidité et Utilisations des Services-V
FAMV	Faculté d'Agronomie et de Médecine Vétérinaire
FAO	Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture
GRET	Groupe de Recherche et Échanges Technologies
ICP-AES	Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectroscopy
INAF	Institut sur la Nutrition et les Aliments Fonctionnels
MARNDR	Ministère de l'Agriculture des Ressources Naturelles et de Développement Rural
ml/mg	millilitres/milligrammes
MSPP	Ministère de la Santé Publique et de la Population
O2	Opaque-2
°C	Dégré Celcius

OMS	Organisation Mondiale de la Santé
ORE	Organisation pour la réhabilitation de l'environnement
PAM	Programme Alimentaire Mondiale
QPM	Quality Proteins maize
RPM	Tours par minute
T/ha	Tonne par hectare
TM	Tonne métrique
UNAG	Unité national ABA GANGOU
VETERIMED	Médecins vétérinaires

I. Introduction

Le mode d'alimentation d'un individu détermine en grande partie de son état de santé (Amadou, 2011). Depuis les civilisations anciennes, l'importance d'une alimentation équilibrée était déjà en vogue. En effet, le médecin grec Hippocrate (V^{ème} siècle avant J.C.) affirmait, "fais de ton alimentation ta première médecine" (Anne, 2015). Car un régime alimentaire déséquilibré peut provoquer des effets néfastes sur l'organisme.

Ce déséquilibre alimentaire peut se traduire d'un côté, par une suralimentation avec des conséquences négatives sur la santé telles que l'obésité, le diabète, certaines maladies du cœur et de l'autre côté par une sous-alimentation qui aboutit à la malnutrition par carence communément appelée dénutrition (Organisation Mondiale de la Santé (OMS), 2006).

La malnutrition est en effet, l'une des préoccupations majeures dans le monde. Selon, un rapport de la Fao (2013), près d'une (1) personne sur huit (8) dans le monde souffre de malnutrition. Dans les pays en développement comme Haïti, la malnutrition est parmi les grandes difficultés qui se posent avec acuité. Elle sévit surtout chez les jeunes de moins de 5 ans et est étroitement associée à la morbidité infectieuse et à la mortalité infantile. Beaucoup d'efforts ont été consentis par le gouvernement haïtien dans la lutte contre la faim et la malnutrition. En effet, plus de 14% du budget du gouvernement est alloué chaque année à la lutte contre ces fléaux (UNAG, 2012). Malgré ces multiples efforts, la situation a peu évolué. Les résultats de l'enquête EMMUS-V (2013); ont indiqué qu'à peu près un enfant sur onze meurt avant d'atteindre l'âge de 5 ans et que plus de 49 % des femmes enceintes présentent des signes de carence en micronutriments. Cela est dû non seulement à une consommation monotone et outrancière d'un régime alimentaire déficitaire mais également à une inadéquation entre les besoins et les ressources disponibles (MSPP, 2013).

En outre, près de 70 % de la population haïtienne n'arrivent pas à manger convenablement à leur faim et leurs régimes alimentaires dépendent exclusivement des céréales (UNAG, 2012). Ces derniers, en particulier le riz, le maïs, le sorgho ont toujours été les aliments de base dans la diète alimentaire. Le maïs se classe dans le groupe de tête et représente la culture

la plus répandue (CNSA, 2012). Pour de nombreux Haïtiens (les paysans en particulier), le maïs fait partie de leur consommation journalière et représente pratiquement leur source de nutriments dans le régime (Jean Baptiste, 2006).

Malgré sa grande utilisation par la population comme source de nutriments, le maïs reste toutefois une source pauvre en protéines selon plusieurs études. Il présente en outre un profil d'acides aminés déséquilibré et notamment une déficience en lysine et en tryptophane (Drogoul et al, 2004). Une telle dépendance envers le maïs ordinaire comme source principale de nutriments expose donc les consommateurs et en particulier la population rurale à la malnutrition protéique.

Le contrôle d'un problème si grave est indispensable et l'amélioration de la nutrition de la population haïtienne est devenue une préoccupation centrale et un objectif. Afin de contribuer à la recherche de nouvelles alternatives, le centre international d'amélioration du maïs et du blé au Mexique (CIMMYT) a mis au point un type de maïs par des méthodes classiques et contenant près du double de la teneur en lysine et en tryptophane en comparaison des variétés normales. Ces variétés avec des protéines de meilleure qualité sont appelé «maïs QPM » (Fao, 1993). Des études de nutrition conduites au Ghana ont montré que l'utilisation des maïs QPM dans l'alimentation humaine permet une augmentation de poids et une bonne résistance aux maladies chez les nourrissons et les enfants. (Twamasi-Afryie et al, 1997 : par Akanvou, 2009).

Cependant, les variétés de maïs QPM et locale sont dites à pollinisation ouvertes et le caractère QPM du maïs est dû par la présence d'un gène récessif appelé « Opaque-2 ». De ce fait, ce caractère peut facilement être perdu dans un environnement où l'on combine plusieurs cultivars de maïs différents. De plus, la composition chimique de la graine peut varier avec les conditions de production, la période de récolte, les caractéristiques génétiques communes de chaque variété et avec les conditions de séchage et de stockage des grains de maïs (FAO, 1993 : Drogoul et al, 2004).

Pour apporter une pierre dans la construction de l'édifice nutritionnel haïtien, l'Université Laval, par son projet AKOSAA, a souhaité introduire sept (7) des variétés de maïs dites QPM à Lalouère, 4^{ème} section, commune de Saint-Marc. Avec l'appui de la FAO, le projet AKOSAA a donc importé en Haïti sept (7) variétés de maïs QPM provenant du CIMMYT. En partenariat avec la FAMV, le projet AKOSAA a réalisé un essai d'adaptation de ces variétés

dans la 4^{ème} section communale de Saint-Marc, tandis que la FAMV et la FAO ont mis en place un second essai de ces mêmes variétés dans la plaine de l'Arcahaie. Dans les deux essais, les variétés QPM ont été comparées à la variété locale qui a été obtenu dans la ferme Levy.

Compte tenu de ce qui vient d'être mis en lumière, la présente étude s'inscrit dans une perspective d'évaluation de la composition chimique des grains des nouvelles variétés afin de contribuer à évaluer le potentiel du maïs QPM dans la lutte contre la malnutrition en Haïti.

II. Revue des écrits antérieurs

2.1. La production du maïs en Haïti

En Haïti, le maïs est considéré comme l'une des cultures stratégiques et occupe une place importante dans la diète alimentaire nationale. C'est l'une des céréales les plus cultivées et les plus consommées après le riz et constitue après le sorgho et les tubercules, la principale source d'hydrates de carbone pour les personnes les plus pauvres (Jean François, 1986 : Jean Baptiste, 2006). Le maïs, que ce soit en culture pure ou culture associée à des légumineuses, est retrouvé partout dans le pays (Veterimed et al, 2007). Ainsi, le rapport du colloque national réalisé par la CNSA (2013) a montré que la production nationale de maïs s'élevait à 364 500 tonnes métriques (TM) en 2013 et occupait de 45 à 47 % des superficies arables du pays soit de 250.000 à 300.000 hectares.

En dépit de cette importance incontestable de la culture du maïs, la production reste toutefois déficitaire et n'arrive jamais à couvrir les besoins croissants de la population. Cette faiblesse enregistrée peut être à la conséquence de plusieurs facteurs très complexe. Par ailleurs, les problèmes de fertilité des sols cultivés, les conditions culturales particulières à Haïti et la dégénérescence variétale représentent les principaux facteurs qui sont à la base de la diminution du rendement du maïs (GRET et FAMV, 1990 : CNSA/MARNDR ,2012).

2.1.1. Les variétés de maïs cultivées en Haïti

Dans toutes les zones de production de maïs du pays, les paysans cultivent plusieurs variétés de maïs (GRET et FAMV, 1990). Le tableau 1 montre la répartition et les rendements des principales variétés dans certaines zones de production du maïs. Pour adopter une variété de maïs, les producteurs s'appuient sur plusieurs critères. Les quatre premiers critères qui guident leur choix sont respectivement le potentiel de rendement, le cycle cultural, la résistance à la sécheresse et le niveau d'adaptation aux conditions climatiques difficiles (GRET et FAMV, 1990).

La Variété « CHICKEN CORN », à cause de ces caractéristiques remarquables, représente la variété de maïs la plus cultivée et la plus répandue dans les zones agro-écologiques haïtiennes. Sous les conditions culturales paysannes, le rendement de cette variété est relativement faible et se situe entre 0,5-0,8 t/ha pour les cultures sèches et 1,2- 2 t/ha pour les cultures irriguées (CNSA/MARNDR ,2012) tandis que les rendements du maïs atteignent 8,5

t/ha en Amérique du Nord (Fao, 1993). Cependant, la variété CHICKEN CORN possède une très grande potentialité. Les expériences menées par Sanon (2003) et Africot (2009), ont démontré un gain de rendement avoisinant entre 2,9- 4,45 t/ha lorsqu'elle est placée dans des conditions idéales.

Tableau 1: Répartition des rendements des principales variétés dans certaines zones de production du maïs.

<i>Zones et rendement obtenu en kg/ha</i>				
<i>Variété</i>	<i>Verrette</i>	<i>Miragoane</i>	<i>Léogane</i>	<i>Mauge</i>
<i>Chicken Corn</i>	2836	3673	4454	2329
<i>Lamaquina 27</i>	3907	3884	6141	2740
<i>Comayagua</i>	3679	3727	5169	3283
<i>Alizen</i>	3567	1376	1678	4758
<i>Gwo mayi</i>	3256	5674	1675	2678

Source : (ORE, 2002 ; Sanon, 2003; Africot, 2010)

2.1.2. Environnement et conditions particulières de la production du maïs en Haïti :

2.1.2.1. Les conditions climatiques et édaphiques

Le climat tropical haïtien est caractérisé par la présence de deux saisons agricole, l'hiver et l'été; ces dernières sont plus connues sous les noms de saison des pluies et de saison sèche (GRET et FAMV, 1990). La saison des pluies s'étend d'avril à juin et d'octobre à novembre. Cette dernière se coïncide avec les périodes des grandes cultures. La répartition des pluies est très variable d'une année à une autre. Certaines années, cela peut se traduire par de très faibles rendements enregistrés à cause d'une arrivée tardive des pluies (FAO/PAM, 2005). Par conséquent, la production du maïs est principalement et fortement influencée par la quantité et la répartition des précipitations (GRET et FAMV, 1990).

De plus, l'agriculture haïtienne est caractérisée par l'étroitesse des parcelles cultivées à cause de la forte pression démographique. Ce morcellement des surfaces agricoles fragilise les terres des montagnes, car il empêche la création à grande échelle de pratiques culturales

permettant de lutter contre l'érosion. En outre, le déboisement et les pluies violentes accentuent l'érosion des sols haïtiens déjà pentus (Bennani et Dory, 2003 : Florian, 2009). Celle-ci ne s'exprime pas seulement par une baisse de la fertilité mais aussi par des pertes accélérées en sol. Dans la majorité des situations en Haïti, la faible fertilité des sols est une des principales contraintes à l'obtention de rendements corrects (GRET et FAMV, 1990 : Florian, 2009)

Quoique le maïs soit très important dans l'assolement haïtien, c'est surtout dans les mornes et dans les plaines semi-arides que la production du maïs prédomine. Les quelques plaines irriguées sont généralement allouées à la riziculture, aux haricots et autres cultures plus rentables et plus exigeantes en eau (Sanon, 2003 : Africot, 2010).

2.1.2.2. Les associations de cultures

Que ce soit en monoculture et en polyculture, le maïs est produit sur environ 46-47 % des superficies agricoles du pays. Cependant, près de 50 % des parcelles cultivées en maïs sont consacrées à une association avec une ou plusieurs autres cultures (Gary, 2011). Les associations du maïs et des légumineuses telles que l'arachide, le haricot, le vigna...etc. sont les plus répandues. Ce procédé permet d'augmenter la teneur du sol en azote et en d'autres éléments nutritifs qui serviront à augmenter le rendement du maïs.

2.1.2.3. La fertilisation et les traitements phytosanitaires

En Haïti, la fertilisation minérale conventionnelle est incompatible avec le contexte socioéconomique des agriculteurs étant donné les coûts élevés des engrais et leur inaccessibilité à certaines régions du pays. Dans cette optique, l'emploi des engrais dans les cultures du maïs est encore très faible par rapport aux besoins potentiels de cette culture. Depuis 1997, l'utilisation des engrais dans les cultures vivrières a connu une très forte évolution à la suite d'une politique de subvention initiée par le gouvernement haïtien (CNSA/MARNDR, 2012).

Les systèmes de culture haïtiens continuent d'être sujets à plusieurs contraintes dont les plus importantes demeurent l'infestation par les mauvaises herbes, les maladies et les insectes nuisibles. Ces derniers peuvent attaquer la plantation à n'importe quel moment et dans n'importe quel organe et entraînent d'énormes pertes en grains du point de vue qualitatif et quantitatif (ORTEGA, 1988).

2.1.3.4. La récolte et les activités post-récolte

En Haïti, les épis de maïs sont récoltés frais ou secs selon le goût des consommateurs et les utilisations. La récolte des épis secs se fait lorsque les spathes de l'épi ont jauni et que les feuilles sont en voie de dessèchement. Les grains de maïs ne doivent plus pouvoir se rayer aux ongles et la teneur en humidité doit être comprise entre 18 et 24 pour cent. Il est courant de sécher les épis de maïs sur des espaces ouverts, cimentés et sur des bâches en plastique. Le séchage se fait jusqu'à ce que les grains atteignent un taux d'humidité de 12 %.

Durant le stockage et la conservation des grains, certains facteurs environnementaux, dont l'humidité relative et la température, sont susceptibles d'affecter les qualités nutritionnelles des grains. Dans le cadre d'une étude réalisée sur le maïs commun et sur le maïs QPM stockés dans divers types de conteneurs avec et sans addition de substances chimiques par Bressani et al (1982), des pertes de 50-70 % étaient observées sur les maïs non protégés (maïs QPM et normal) alors que les maïs protégés avec des substances chimiques étaient faiblement attaqués.

2.1.4. Les facteurs influençant le rendement et la qualité nutritionnelle du maïs

Selon les modalités de conduite des cultures, le rendement tout comme la composition chimique du grain de maïs peuvent varier. En effet, le rendement et la composition chimique du maïs grain est sous l'influence du génotype des variétés, des facteurs du milieu et des pratiques culturales (FAO, 1993).

2.1.4.1. Effets liés aux génotypes des variétés

Le génotype a une grande influence sur les paramètres de qualité. Dans l'agriculture traditionnelle, il est considéré comme la source de variation du rendement la plus importante. Plusieurs travaux ont prouvé la supériorité de certaines variétés améliorées par rapport à certaines variétés locales. Ainsi, les travaux de Pierre (1999) à Léogane ont montré que dans un même environnement cultural, l'utilisation des variétés améliorées augmente les rendements 20-30 % par rapport à une variété locale. Outre les composants du rendement, la valeur nutritive et la composition chimique des grains du maïs peuvent aussi être plus élevée d'une variété à une autre. Les travaux réalisés par le Centro Internacional de Mejoramiento de Mays y Trigo (CIMMYT) (2000), par le biais de la sélection classique, ont permis de mettre au point des variétés de maïs possédant des valeurs nutritionnelles plus élevées que les variétés communes.

2.1.4.2. Effets liés aux conditions du milieu

Tous les facteurs du milieu affectant négativement le remplissage des grains auront des effets significatifs sur le rendement et la composition chimique du maïs. La teneur en protéines dans le grain est aussi sous l'influence des conditions environnementales. Ainsi, le manque d'eau à la maturité provoque un échaudage des grains avec augmentation de la part des protéines. Moro et Jean-François (1997) ont montré que des températures élevées (35 °C) au cours du remplissage des grains provoquent une modification dans la répartition des acides aminés dans les protéines des céréales. Ainsi, la teneur et la composition des protéines en acides aminés sont inversement modifiés par la température. De même que la température, un stress hydrique au cours de la maturation des grains favorise une augmentation du rendement. Inversement, une sécheresse précoce après la floraison liée à une augmentation de la température favorise une augmentation des protéines dans les céréales (Triboi et al, 2000). En somme les travaux de Dudley, Alexander et Lambert (1975), ont démontré l'existence d'une corrélation négative entre le rendement du grain et la teneur en protéine.

2.1.4.3. Facteurs liés aux pratiques culturales

Plusieurs études ont été consacrées à l'étude des effets des pratiques culturales sur la composition du rendement des grains. Cependant, très peu de chercheurs ont abordé l'aspect de la composition chimique et la valeur nutritionnelle du grain de maïs. Dans le but d'étudier l'effet de l'azote sur le rendement et la teneur en protéines dans les grains. Almodares, Jafarinia et Hadi (2009), ont fait ressortir la répercussion positive de la fertilisation sur le rendement et sur la composition chimique du maïs grain. La combinaison des éléments nutritifs potassium, magnésium et soufre dans l'engrais favorisera des rendements beaucoup plus élevés.

En testant l'effet de la dose et la date d'application de l'azote, Woodard et Bly (1998), ont conclu que la dose d'azote appliquée avant la plantation améliore le rendement aux dépens de la teneur en protéine, qui diminue. Dans un autre ordre d'idées, Demarquilli (1994) a prouvé que si l'application de la dose d'azote a été faite avant la floraison la quantité de protéine augmentera en même temps que la quantité d'amidon.

Selon certains écrits, la mise en rotation d'une culture permet d'augmenter les rendements par rapport à la culture continue. Hiema (2003), ajoute par ailleurs qu'une rotation faisant

précéder le maïs d'une légumineuse est très bénéfique quant à la teneur du sol en azote. Le nombre et la période de sarclage influencent aussi les composants du rendement. C'est ainsi que Paliwal *et al.* (2002) signalèrent chez le maïs des pertes de rendement dues aux mauvaises herbes de 20 à 100% aux Philippines, au Brésil, en Gambie, en Sierra Leone et au Nigeria, et de 30 à 56% en Éthiopie.

2.1.4.4. Autres facteurs influençant la composition chimique du maïs grain

Certains facteurs comme l'âge ou le stade physiologique, l'utilisation ou non de la fumure azotée, les modifications éventuelles au cours de la récolte, le séchage et les conditions de stockage sont susceptibles de provoquer des modifications dans la composition chimique du maïs grain.

2.2. Composition chimique du grain maïs

On dispose d'informations abondantes sur la composition chimique du maïs. Les principaux éléments nutritifs qui entrent dans sa composition présentent une grande variabilité. Comme on vient de le montrer plus haut, cette variabilité constatée est à la fois d'ordre génétique et environnemental.

2.2.1. Caractéristique du grain maïs

Le grain de maïs entier se divise en trois parties et chaque partie présente des différences importantes:

- ✓ Le péricarpe, qui représente cinq (5) % du poids du grain.
- ✓ L'albumen, qui est la structure la plus grande, représente environ quatre-vingt-trois (83) % du poids du grain
- ✓ Le germe, qui vient juste après l'albumen et qui constitue en moyenne onze (11) % du poids. (FAO, 1993).

Bressani et Mertz (1958), ont montré que l'albumen est la fraction la plus importante dans le grain. Ce dernier est composé d'amidon (87,6%) et de protéines (8 %), ainsi que d'huiles, de minéraux et d'autres composés. Il fournit de l'énergie à la plante au cours de son développement. Le germe à l'extrémité inférieure du grain occupe 9,5 à 12 % du volume total de la graine. Dans la graine mature, le germe contient un pourcentage élevé de lipides (33,2 %)

et de protéines (18,4 %) (Burge et Duensing, 1989; Fao, 1993). La composition chimique des parties des grains de maïs est présentée dans le tableau ci-dessous.

Tableau 2 : Composition chimique approximative des principales parties du grain de maïs en %.

Composantes chimiques	Péricarpe	Albumen	Germe
Protéines	3,7	8,0	18,4
Extrait à l'éther	1,0	0,8	33,2
Fibres brutes	86,7	2,7	8,8
Cendres	0,8	0,3	10,5
Amidon	7,3	87,6	8,3
Sucre	0,34	0,62	10,8
Total	99,84%	100,02%	90,00%

Sources Bressani et Mertz, 1958;FAO, 1993

2.2.2. Composition des différents éléments nutritifs du maïs grain :

L'amidon est la principale source d'énergie du maïs et la proportion d'amidon contenu dans le maïs est déterminée par la génétique. Il constitue de 72 à 73 % du poids du grain (FAO, 1993). 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 pour cent du grain.

La teneur en huile varie de 3 à 18%, la qualité de l'huile varie avec les variétés. L'huile de maïs a une faible teneur en acides gras saturés, à savoir onze (11) pour cent d'acide palmitique et deux (2) pour cent d'acide stéarique. En revanche, elle contient des niveaux relativement élevés d'acides gras polyinsaturés, essentiellement d'acide linoléique, avec une valeur moyenne d'environ vingt-quatre (24) pour cent.

Dans les grains de maïs, seulement deux vitamines liposolubles ont été répertoriées, la vitamine E et la pro vitamine A ou bêta-carotène. Des quantités variables en riboflavine et en thiamine y ont été également observées dans les grains de maïs.

Tableau 3 : Composition chimique approchée des différents éléments nutritifs du maïs grain.

Composante chimique	Composition (pour 100 grammes) (en %)
Eau	12,00
Calories	362
Protéines	9,00
Graisses	3,40
Hydrates de carbone	74,50
Amidon, Fibres	1,00
Cendres	1,10
Calcium	6,00
Fer	1,80
Zinc	4,60
Phosphore	178
Thiamine	0,30
Riboflavine	0,08
Niacine	1,90

Source Adapté de Miracle, 1996 : Paliwal et al, 2002

La teneur en protéines est relativement faible et varie entre 8 à 15% dans le poids d'un grain de maïs (Fao, 1993). Les protéines du grain de maïs sont divisées en deux grands groupes; la zéine représentée par les prolamines et les non-zéines représentées par les albumines, globulines et glutélines (Patterson et al, 1980). Dans le maïs normal, la zéine est la plus grande fraction protéique et représente 60% des protéines contenues dans le grain. Elle contient une plus grande proportion de leucine, de phénylalanine, d'isoleucine, de valine et de tyrosine mais de plus petites quantités d'autres acides aminés essentiels tels que la thréonine, l'histidine, la cystéine, la méthionine, la lysine et est essentiellement dépourvue de tryptophane puisque cet acide aminé est absent dans la fraction prolamine. Par ailleurs, les protéines non-zéine sont équilibrées et riches en lysine et tryptophane (Vasal, 2000). Chez le maïs à haute valeur protéique (maïs QPM), la fraction de la zéine est diminuée de moitié, parallèlement à l'augmentation des autres fractions non-zéines. Cette caractéristique entraîne chez le maïs à haute valeur protéique une meilleure répartition du profil des acides aminés contenus dans le maïs, en particulier de la lysine et du tryptophane (Patterson et al, 1980). Le tableau 4 présente

des valeurs représentatives concernant les acides aminés, pour le maïs commun et les variétés à haute valeur protéique.

Tableau 4 : Répartition de la teneur en acides aminés du grain de maïs en % N X 6,25.

Acides aminés	Maïs commun (g/100 g protéines)	Maïs QPM (g/100 g protéines)
Acide aspartique	6,7	8,6
Acide glutamique	20,6	20,6
Alanine	9,4	15,5
Arginine	4,6	6,2
Cystine	1,9	1,8
Glycine	4,1	5,3
Histidine	2,9	2,7
Isoleucine	5,0	3,1
Leucine	16,1	8,0
Lysine	2,8	4,0
Méthionine	3,0	4,5
Phénylalanine	5,4	4,8
Proline	8,9	7,2
Sérine	4,6	3,9
Thréonine	3,5	3,3
Tryptophane	0,6	1,0
Tyrosine	4,9	3,5
Valine	7,2	5,6
Protéine totale	10,0	10,4

Sources : Maner et al, 1975; Jarige et Robert, 1995

2.2.3. Déficience et Complémentation du maïs

Les protéines du maïs présentent un déséquilibre protéique. La raison en est qu'elles contiennent relativement peu de lysine, de tryptophane et de thréonine, qui sont trois acides aminés essentiels pour les êtres humains et les animaux monogastriques (Bressani et Mertz, 1958;FAO, 1993).

Toutefois, certains compléments protéiques d'origine végétale (légumineuses) et animale tels que la viande, les œufs et les produits laitiers peuvent aussi être utilisés pour corriger les carences en ces acides aminés essentiels. En particulier, les protéines des légumineuses contrairement aux protéines du maïs, sont relativement riches en lysine et en tryptophane mais pauvres en acides aminés soufrés et peuvent servir de compléments aux

céréales. Bressani et Elias (1974), ont démontré que c'est dans des proportions de trente (30) parties de haricot pour soixante-dix (70) parties de maïs que les protéines des haricots ou des légumineuses complètent le mieux celles du maïs.

Même si elles ont une valeur protéique relativement élevée dans les expériences chez l'animal, les combinaisons de protéines du maïs et de celles des haricots ne conviennent pas au traitement des enfants souffrant de malnutrition protéique (Fao, 1993). Les expériences menées par Gómez et al. (1957) sur huit enfants, de un à cinq ans, souffrant de malnutrition chronique grave recevant un régime de farine de maïs et de haricot pendant l'expérience, ont montré que l'absorption comme la fixation d'azote étaient extrêmement variables chez les enfants; quatre d'entre eux présentaient un bilan azoté positif et quatre un bilan négatif.

La découverte du maïs à haute valeur protéique (QPM) par le Centre international d'amélioration du maïs et du blé (CIMMYT) a apporté un grand espoir dans la nutrition humaine et animale. Ainsi, un maïs riche en acides aminés essentiels serait un ingrédient de qualité et bon marché et contribuerait à combattre l'insécurité alimentaire.

2.3. Le maïs à haute valeur protéique (maïs QPM)

Depuis 1914, les recherches ont prouvé que la qualité des protéines du maïs était relativement mauvaise (Paliwal et al, 2002). La découverte de l'effet du gène « Opaque-2 », en 1964 par Mertz, Batz et Nelson, a suscité un grand optimisme et un intérêt considérable dans le monde entier, que beaucoup croyaient qu'il allait bientôt conduire au développement d'un type maïs nutritionnellement enrichis (Mertz, Batz et Nelson, 1964; Prasanna et al, 2001). C'est ainsi que les efforts de la sélection classique ont conduit au développement d'un nouveau type de maïs appelé maïs à haute valeur protéique (maïs QPM). Les potentialités de ce nouveau type de maïs allaient améliorer de manière dramatique la nutrition humaine dans les régions pauvres du monde. Ces efforts ont été reconnus en attribuant un Prix Mondial de la Nourriture à Vasal et Villegas en 2000 pour leur découverte des variétés de maïs avec des protéines de qualité à endosperme dur (Paliwal et al, 2002). Le gène « Opaque-2 » modifie les proportions des différents éléments chimiques du grain et provoque une augmentation du taux des acides aminés essentiels.

2.3.1. La supériorité nutritionnelle et la valeur biologique du maïs QPM

La qualité d'une protéine dépend dans une large mesure de sa composition en acides aminés et de sa digestibilité. Ainsi, les travaux de Mertz, Batson et Nelson (1964) ont indiqué que la teneur en lysine dans le maïs QPM est de 3,3 à 4,0 g pour 100 g de protéine d'endosperme, ce qui représente plus de deux fois la teneur de l'endosperme de maïs normal. Des études récentes ont montré que, à titre d'avantage supplémentaire, l'augmentation de la teneur en lysine dans le maïs à haute valeur protéique a facilité la biodisponibilité du **zinc et du fer** dans les grains de maïs et permet combattre l'anémie (House, 1999).

Outre la qualité des protéines, un autre facteur important est la «valeur biologique», qui fait référence à la quantité d'azote absorbée nécessaire pour fournir les acides aminés nécessaires pour différentes fonctions métaboliques (Latham, 2002; Prasanna et al, 2001). Les études conduites par Prasanna et al (2001), ont montré que la valeur biologique de la protéine de maïs normal est de 45%, tandis que celle du maïs QPM est de 80%. Seulement 37% dans l'apport en protéine du maïs normal est utilisé par rapport à 74% de la même quantité de protéines du maïs QPM. Les expériences ont prouvé que l'indice d'équilibre de l'azote pour le lait écrémé et du maïs QPM est de 0,80 et 0,72, respectivement, ce qui indique que la qualité en protéines est de 90% de celle du lait (FAO, 2013). En outre, environ 24 g de maïs normal par kg de poids corporel est nécessaire pour l'équilibre de l'azote, par rapport à seulement environ 8 g pour QPM (Prasanna et al, 2001).

2.3.2. Importance du maïs QPM pour la nutrition animale

Plusieurs espèces d'animaux ont été utilisées pour démontrer la supériorité nutritionnelle du maïs QPM par rapport au maïs normal; Le maïs QPM et le maïs normal peuvent être utilisés seuls ou en combinaison avec d'autres ingrédients alimentaires. Les expériences de Burgoon et al (1992), ont démontré que les porcs nourris avec du maïs à haute valeur protéique présentent un gain de poids qui est deux fois plus grand que les porcs nourris uniquement avec le maïs normal. Les petits agriculteurs et des agriculteurs commerciaux trouvent cela très rémunérateur. Au Salvador, un agriculteur a signalé que, après 60 jours, 14 porcs nourris avec des grains de maïs QPM pèsent 18 kg de plus que les porcs nourris de maïs normal (Maner, 1975). De plus, Selon De Groote et al. (2010), l'utilisation du maïs QPM dans l'alimentation des poulets de

chair a un potentiel dans la réduction des besoins en d'autres sources de protéines très riches mais chères comme le tourteau de soya (FAO, 1993).

2.3.3. Importance du maïs QPM pour la nutrition humaine

Dans les pays où les céréales et les tubercules composent le régime alimentaire de la population, le maïs QPM offre de meilleures perspectives dans la lutte contre la malnutrition. Les études cliniques menées dans certains hôpitaux en Afrique ont montré que le maïs QPM peut apporter une aide préventive et la guérison d'une grave maladie de carence en protéines (kwashiorkor) chez les jeunes enfants en l'utilisant simplement comme la seule source de protéines (Pradilla et al, 1973; Fao, 1993). Les enfants sevrés à la bouillie de maïs QPM montrent moins de retard de croissance que les enfants sevrés à la bouillie de maïs normal (FAO, 1993). Au vu de ces résultats, Akuamo-Boateng a conclu que le maïs à haute teneur en lysine et en tryptophane (maïs QPM) permet d'améliorer l'état nutritionnel des groupes vulnérables qui ne peuvent se permettre les aliments riches en protéines pour compléter leur alimentation. En ce qui concerne les problèmes de la mortalité infantile due au faible poids de naissance, les chances de survie de l'enfant peuvent être augmentées lorsqu'on alimente les femmes enceintes et allaitantes avec un régime constitué de maïs QPM (Singh et Jain, 1977; Fao, 1993).

2.3.3. Limites du maïs QPM

Cette augmentation de la part des protéines est accompagnée de quelques problèmes. Le gène «Opaque-2» du maïs QPM donne des grains qui se dessèchent moins vite, donc susceptibles d'attaques fongiques. Effectivement, on observe une plus grande sensibilité des grains «Opaque-2» aux maladies et aux attaques d'insectes. En outre, le poids spécifique des grains portant la mutation «Opaque-2» est faible, ce qui se traduit par une baisse d'environ 10 à 15% du rendement. Cela a contribué à l'abandon des travaux dans certaines universités américaines sur les grains riches en protéine même si des esquisses de solutions ont été trouvées. Étant donné que le caractère QPM est conféré par un gène récessif « Opaque-2 », les plantations de maïs QPM doivent être maintenues très éloignées des plantations de maïs normal pour éviter la dilution du caractère protéique. Toutes ces contraintes de productions font que leur développement reste toutefois limité dans certaines régions du monde et ceci malgré leur intérêt pour la nutrition humaine et animale (Brasseur, 1980).

2.4. Les systèmes d'analyses pour la détermination des protéines, des acides aminés et des minéraux du maïs.

Dans le cas d'un travail scientifique, une évaluation des méthodes existantes afin de choisir les méthodes d'analyse compatibles avec l'objectif de la recherche s'avère nécessaire à l'obtention de résultats fiables. L'objectif de cette section est donc de présenter les intérêts et les limites de certaines méthodes d'analyse des composantes chimiques des grains de maïs.

2.4.1. Les méthodes de dosage des protéines

La méthode de Kjeldahl est la méthode de référence pour effectuer les analyses des protéines sur les grains de céréales. Cependant, cette dernière a été supplantée par la méthode de Dumas, encore appelée méthode de dosage de l'azote par combustion (CNA). Selon Williams et al. (1998), la comparaison de l'exactitude des deux méthodes a montré que la méthode de DUMAS (CNA) convertit régulièrement environ 1,5 %, et même jusqu'à 2 % d'azote de plus que la méthode de Kjeldahl.

La recherche d'un test rapide, reproductible et donnant des résultats suffisamment exacts a mené à la découverte de l'analyse dans le proche infrarouge en 1970. Par contre, il existe plus de 40 sources d'erreur dans une analyse de poche infrarouge lorsque l'analyse est effectuée sur du grain entier (Williams et al, 1998).

2.4.2. Les méthodes de dosage des acides aminés

La valeur nutritive des protéines dépend d'une façon assez étroite de leur composition en acides aminés. Dans les années 1950, la composition des protéines d'un certain nombre d'aliments était mesurée par les méthodes colorimétriques ou microbiologiques d'Adrian. Mais avec le développement de la chromatographie, ces anciennes pratiques ont été rapidement mises de côté. Les méthodes chromatographiques constituent d'excellentes approches qualitatives (Moore et Stein, 1948).

2.4.3. Les méthodes de dosage de cendres totales

Les cendres totales sont le résidu de composés minéraux qui reste après l'incinération d'un échantillon contenant des substances organiques d'origine animale, végétale ou synthétique.

2.4.4. Les méthodes de dosage du zinc et du fer

Même s'il existe des méthodes colorimétriques, la méthode spectrométrique d'absorption atomique et la méthode par spectrométrie d'émission à plasma induit (ICP- ES) restent les meilleures techniques à utiliser pour déterminer la composition en minéraux des aliments.

III. Hypothèse et objectifs spécifiques

3.1. Hypothèse

L'environnement agricole haïtien favorise l'expression du caractère protéique des variétés de maïs à haute valeur protéique (Maïs QPM).

3.2. Objectifs spécifiques

Plus spécifiquement les objectifs de cette étude étaient de:

- ✓ Quantifier les teneurs en protéines et en acides aminés notamment la teneur en lysine des variétés QPM comparativement à une variété locale.
- ✓ Évaluer l'effet des conditions environnementales sur les teneurs en protéines et en acides aminés notamment la teneur en lysine des variétés de maïs.
- ✓ Mesurer les teneurs des variétés de maïs en glucides, en lipides, en cendres et en minéraux spécialement le zinc et le fer

IV. - Matériels et Méthodes

4.1.- Population sous-étude

Le matériel expérimental de base pris en compte dans cette étude est constitué de sept (7) variétés de maïs à haute valeur protéique et d'une variété locale (Chicken Corn) cultivées dans deux sites expérimentaux différents (Lalouère et la plaine de l'Arcahaie). Les semences des sept (7) variétés de maïs à haute valeur protéique ont été produites par le Centro Internacional de Mejoramiento de Mays y Trigo (CIMMYT) dans plusieurs centres expérimentaux différents et les semences de la variété locale provenaient de la ferme LEVY (Port-au-Prince-Haïti).

Tableau 5 : liste des variétés avec leur origine et leur caractéristique

Espèce	Nom de la variété	Origine	Caractéristique
(Zea mays L.)	S00TLYQHGAB	CIMMYT	maïs QPM
	S07TLYNHGAB01	CIMMYT	maïs QPM
	S07TLYNHGAB02	CIMMYT	maïs QPM
	S03TLYQHGAB05	CIMMYT	maïs QPM
	S03TLYQHGAB03	CIMMYT	maïs QPM
	S05TLYQHGAB01	CIMMYT	maïs QPM
	S05TLYQHGAB02	CIMMYT	maïs QPM
	CHICKEN CORN	FERME LEVY (Haïti)	maïs normal

4.2.- Caractéristiques des sites expérimentaux :

Le matériel végétal utilisé dans le cadre de cette étude était produit dans deux zones différentes en Haïti.

4.2.1.-Lalouère quatrième section, commune de Saint-Marc

L'essai d'adaptation conduit à Lalouère rentre dans le cadre d'un projet de fin d'études réalisé par l'étudiant Jackson JEUDI sous la supervision de Cindy ULYSSE ING.Agr. MSC et appuyé par le projet AKOSAA.

Cette section communale se situe à 19° 07' 00" latitude Nord et 72° 42' 00" longitude Ouest. Elle connaît une saison pluvieuse s'étendant de juin à novembre au lieu d'avril à novembre (1 300 mm de pluie/an) et une saison sèche qui varie entre novembre et mai (220 mm de pluie/an). La température moyenne de la zone est de 27.9 °C (BAC de Saint Marc, 2013;

MARNDR, 2000). Les sols proviennent de la dégradation des roches basaltiques, des calcaires et d'alluvions. Les zones irrigables représentent une superficie de 850 ha (MARNDR, 2000).

4.2.2.- La plaine de l'Arcahaie

L'expérimentation menée dans la plaine de l'Arcahaie rentrait aussi dans le cadre d'un projet de fin d'études réalisé par l'étudiant Nikson PIERRE sous la direction de Aloys NIZIGIYIMANA ING.Agr. MSC et le professeur Tescar ROBERS-PIERRE ING.Agr. MSC de la FAMV.

Cette zone se situe à 18° 46' 08" latitude Nord et à 72° 30' 46" longitude Ouest. La pluviométrie moyenne annuelle varie entre 900 et 1000 mm avec une période pluvieuse s'étendant de mai à octobre et une période sèche allant de novembre à mars. La température moyenne annuelle se situe aux environs de 27°C. Cette zone présente une très forte évaporation. Elle bénéficie d'un système d'irrigation plus ou moins fonctionnel (Jules et Guito, 2009).

4.3.- Conditions expérimentales durant la réalisation des essais d'adaptations

Les essais réalisés à Lalouère et à la plaine de l'Arcahaie consistaient en l'étude de l'adaptation des nouvelles variétés de maïs introduites et d'une variété témoin. Dans l'essai réalisé à Lalouère, les sept (7) nouvelles variétés introduites et un témoin ont été expérimentés. Par contre dans la plaine de l'Arcahaie, seulement la variété témoin et cinq (5) de ces nouvelles variétés ont été mises en culture. Un dispositif en blocs complètement aléatoires (DBCA) a été adopté pour les deux essais. Les blocs étaient au nombre de quatre et ont été perpendiculaires à la pente naturelle du terrain orientée Nord-Sud. Chaque bloc comprenait des parcelles élémentaires et les variétés (traitements) ont été distribuées de manière aléatoire. Une distance de plantation de 0,20 m par poquet a été adoptée et avec semis d'une semence par poquet.

4.3.1.- Procédures expérimentales

Les deux essais ont été conduits sur des parcelles irriguées. Une fois les emplacements choisis, les opérations de préparation du sol, de la mise en place du dispositif et de la réalisation du semis, puis un suivi régulier des parcelles et les opérations d'entretien ont été effectuées. La préparation des sols a été faite suivant les pratiques des zones. Les semis ont été faits de façon manuelle en plaçant un grain dans chaque poquet. Après la mise en place de l'essai, pour s'assurer de la bonne croissance et du bon développement des plantules, des opérations

d'entretien ont été réalisées, y compris des sarclages, des arrosages et des traitements phytosanitaires.

4.3.2- Récolte et traitement post récolte

La récolte des huit (8) variétés a été effectuée en deux temps et à huit (8) jours d'intervalle en fonction du degré de maturité des épis. Les épis étaient d'abord pré-séchés au soleil pour faciliter l'égrenage ensuite les grains ont été exposés au soleil pour une durée de 3-5 jours. Le taux d'humidité des grains a été mesuré avec un humidimètre de Gaston RICHARD sensible au 10°. Un séchage sélectif a été effectué dans le but de réduire le taux d'humidité des grains jusqu'à une valeur de 12 à 13 %. Les grains de chaque variété de maïs étaient identifiés et ensachés et placés à l'entrepôt.

4.4.- Laboratoires d'analyse

Dans le souci d'obtenir des résultats précis, l'étude a été réalisée dans quatre (4) laboratoires différents:

- a) L'institut sur la nutrition et les aliments fonctionnels (INAF) pour les analyses des acides aminés.
- b) Le Centre de recherche sur les grains (CEROM) pour les analyses des protéines, de l'amidon, des lipides, des cendres et des fibres alimentaires.
- c) Le laboratoire du département des sciences et technologies alimentaires de l'Université Laval pour le dosage des protéines totales.
- d) Le laboratoire du sol de la faculté de foresterie pour le dosage des minéraux spécialement les teneurs en fer et en zinc.

4.5.- Description des conditions expérimentales de l'étude

4.5.1.- Variable indépendante de l'étude

Les expériences consistaient à étudier l'adaptation de huit (8) variétés de maïs dans deux zones différentes. Dans le cadre de cette étude, les variables indépendantes sont donc les variétés et les zones. Les différents éléments qui caractérisent chaque zone, dont la fertilité du sol, les pratiques culturales, l'irrigation, la pluviométrie, la température etc... étaient réunis dans une seule composante appelée « REGIME D'ESSAI ».

4.5.2.- Variable dépendante de l'étude

Dans le cadre de cette étude, les variables dépendantes étaient la composition chimique des grains de maïs, plus particulièrement la teneur en protéines, en acides aminés, en lipides, en amidon, en fibres, en cendres en minéraux spécialement les teneurs en fer et en zinc.

4.6.- Les méthodes d'analyses des échantillons

Les différentes variétés de maïs ont été soumises à des analyses chimiques. La composition chimique de chaque variété a été déterminée par des mesures directes des paramètres suivants : humidité, lipides, azote total, acides aminés, amidon, fer et zinc. Les analyses ont été faites en duplicata. Dans le souci de standardiser les résultats, nous avons adopté les méthodes d'analyse préconisées par l'AOAC (Association of Official Analytical Chemists) qui sont également celles recommandées par la FAO.

4.6.1.- Prélèvement et préparation de l'échantillon

Après que les données au champ aient été prises, tous les échantillons d'une même variété, provenant de tous les blocs et de toutes les parcelles pour cette variété, ont été groupés dans un pool commun et spécifique à cette variété particulière. Parmi les huit (8) variétés, seulement six (6) d'entre elles étaient cultivées dans les deux zones tandis que les deux autres variétés étaient cultivées seulement dans la première zone. L'étude a donc porté sur quatorze (14) échantillons de maïs. Le Tableau six (6) présente la répartition de ces échantillons.

Pour chacune des variétés un échantillon d'environ 150 grammes a été prélevé à partir du pool commun constitué pour cette variété, puis envoyé à Québec pour les analyses de laboratoires. Un sous-échantillon de vingt (20) grammes de chaque échantillon reçu à Québec a été broyé en particules très fines d'environ 1 mm à l'aide d'un broyeur mécanique de marque MAGIC BULLET suivi d'un broyage manuel. Ce dernier a été effectué dans l'objectif d'avoir des particules de diamètre homogène.

Tableau 6 : Répartitions des échantillons analysés

Zones	Variétés = échantillons
<i>Z1=Lalouère</i>	S00TLYQHGAB S07TLYNHGAB01 S07TLYNHGAB02 S03TLYQHGAB05 S03TLYQHGAB03 S05TLYQHGAB01 S05TLYQHGAB02 CHICKEN CORN
<i>Z2=Plaine de l'Arcahaie</i>	S00TLYQHGAB S07TLYNHGAB01 S05TLYQHGAB02 S03TLYQHGAB05 S07TLYNHGAB02 CHICKEN CORN

4.6.2.- Pour le dosage des solides totaux et de l'humidité :

La méthode 925.09 préconisée par l'AOAC a été utilisée pour la détermination des solides totaux et de l'humidité. D'abord, les capsules en aluminium ont été séchées à l'étuve (98-100 °C) pendant 2 heures puis pesées. Ensuite 1 gramme d'échantillon a été pesé dans chaque capsule. Puis les plats contenant les échantillons ont été desséchés à une température voisine de 100°C à l'étuve pendant 6 heures et pesés. Ensuite l'échantillon a été maintenu dans le four pour une durée additionnelle de 3 heures et pesé de nouveau pour s'assurer d'un poids constant. Les teneurs en humidité et en solides totaux ont été calculées comme suit :

$$\% \text{ Teneur en humidité} = \frac{M_h - M_s}{M_h} \times 100$$

$$\% \text{ Solides totaux} = \frac{M_s}{M_h} \times 100$$

Mh : représente la masse de l'échantillon humide

Ms : représente la masse de l'échantillon sèche

4.6.3.- Détermination des teneurs en lipides, en cendres, en amidon et en fibres alimentaires :

Ces analyses ont été réalisées au CEROM par la méthode de spectroscopie en proche infrarouge. Cette méthode utilise un système d'analyse proche infrarouge Perten de marque

DIODE ARRAY (DA) 7200. C'est appareil peut effectuer une analyse multi-paramètre en 6 secondes sans préparation de l'échantillon avant le test, ni nettoyage après la mesure. L'analyse est faite de façon automatique sur 100 g d'échantillons placé dans un récipient disponible à cet effet. L'utilisation de cet appareil est facile et, s'il est bien calibré et bien utilisé, fournit des résultats très précis. Des informations sur les teneurs en protéines brutes et en matières sèches des échantillons ont aussi été obtenues.

4.6.4.- Mesure de l'azote total contenu dans le maïs

La teneur en azote contenue dans le maïs a été déterminée automatiquement par la méthode de Dumas en utilisant un TRUSPEC de marque LECO FP528. Une quantité de 200-210 mg d'échantillon a été pesée dans une petite capsule d'étain puis le poids de chaque petite capsule a été enregistré dans l'appareil. Ces capsules ont été introduites automatiquement dans un réacteur par un tube vertical en quartz maintenu à la température de 950°C et dans lequel passe un courant d'hélium. Ce dernier est automatiquement enrichi par une quantité déterminée d'oxygène pur, provoquant ainsi la combustion éclair de la capsule et de l'échantillon. Les gaz de combustion entraînés par le courant d'hélium passent sur un catalyseur d'oxydation qui les transforme en CO₂, H₂O, SO₂, SO₃, N_xO_y, N₂. Ces gaz passent alors sur un deuxième catalyseur qui va réduire les oxydes d'azote en azote élémentaire, le SO₃ en SO₂ et piéger l'excès d'oxygène. Les gaz obtenus sont alors séparés dans une colonne de chromatographie et quantifiés par un détecteur à conductibilité thermique. La quantité d'azote obtenue a été multipliée automatiquement par le facteur protéique 6,25. Ce qui nous a donné la quantité de protéines totales contenues dans les échantillons.

4.6.5.- Dosage des acides aminés du maïs

Le dosage de la teneur en acides aminés totaux du maïs a été fait en six étapes décrites ci-dessous :

a) Préparation des échantillons

1. Environ 50 mg d'échantillon ont été pesés en duplicata dans les tubes à hydrolyse.
2. 5 mL d'HCl 6M ont été ajoutés.
3. Les tubes à hydrolyse ont ensuite été balayés par un flux d'N₂ avant de fermer le bouchon supérieur.

4. La pompe à vide a ensuite été branchée sur l'ouverture latérale et le vide fait à 30 mbar.
5. Lorsque le vide à 30mbar a été atteint, les tubes sont fermés au niveau du point de constriction.

b) Hydrolyse

1. Les tubes ont été placés dans un bloc chauffant à 110°C pendant 24h.

c) Reconstitution de l'échantillon

1. Après 24h d'hydrolyse, les tubes ont été sortis du bloc chauffant et lorsqu'ils étaient refroidis, on a repris les 5 mL d'hydrolysate.
2. On a ajouté 5 mL de NaOH 6M dans le tube à hydrolyse vidé de manière à reprendre toute trace d'échantillon hydrolysé. Cette étape permet également de neutraliser le pH.
3. Les échantillons neutralisés ont ensuite été centrifugés 10 min à 5100 rpm (4°C) et le surnageant a été conservé à -20°C.

d) Dilution

Le surnageant a été dilué par 10.

e) Préparation de la gamme d'étalonnage

Un standard externe d'acides aminés hydrolysés comprenant les 17 acides aminés pouvant être dosés par la méthode (à une concentration de 250 µM pour chacun des acides aminés) a été dilué à 100 et 5 µM.

f) Dérivation

1. Dans les vials avec insert, on a ajouté :
 - 60 µL de tampon borate
 - 10 µL de Norvaline 100 µM.
 - 10 µL d'échantillon ou standard externe 250µM/100µM/5µM
2. 20 µL de réactif de dérivation ont ensuite été ajoutés et immédiatement agités au vortex pendant quelques secondes.
3. Après 1 min, la réaction est terminée.

4. Les vials ont ensuite été chauffés au bain-marie pendant 10 min à 55°C. Cette étape sert à convertir un co-produit mineur de la tyrosine en composé majoritairement obtenu par la dérivation de la tyrosine. Cette conversion a lieu plus lentement à température ambiante.

g) Analyse de la teneur des acides aminés par UV/ Fluométrie

Après dérivation, les échantillons ont été analysés par un système Acquity UPLC H-Class (Waters), incluant une pompe quaternaire, un détecteur UV (Waters) et un détecteur à fluorescence (Waters). Une colonne 2,1 mm x 100 mm Acquity UPLC AccQ.Tag Ultra (Waters) a été utilisée. La phase mobile est constituée des solvants AccQ.Tag Ultra concentrés A et B. Les conditions utilisées pour la séparation des acides aminés dérivés étaient celles décrites par la méthode AccQ.Tag Ultra de Waters. Dix (10) acides aminés (histidine, sérine, arginine, acide glutamique, alanine, proline, cystéine, lysine, tyrosine et méthionine) ont été détectés par UV. Sept (7) acides aminés (glycine, asparagine, thréonine, valine, isoleucine, leucine et phénylalanine) ont été détectés par fluorimétrie.

4.6.6.- Dosage du fer et du zinc

L'analyse du fer et du zinc contenus dans les variétés de maïs a été déterminée par la méthode ICP. En utilisant cette méthode, les risques de contamination des échantillons et les pertes des minéraux sont très élevés et peuvent prendre des proportions importantes. Cette méthode comprend deux (2) étapes:

a) Incinération des échantillons par voie sèche

Afin d'éviter toute contamination possible des échantillons, les creusets ont été lavés avec de l'acide nitrique (1 %) puis rincés avec de l'eau distillée et de l'eau de qualité HPLC. Après, ils ont été traités au four pour une durée de deux (2) heures à 500 °C. Les creusets ont été ensuite refroidis puis un (1) gramme d'échantillon a été pesé et ajouté à chaque creuset. Pour éviter des dégagements de fumée dans le four d'incinération, une pré-calcination des creusets contenant les échantillons a été d'abord effectuée avec une plaque chauffante (110-120°C) sous une hotte. Ensuite les creusets ont été placés au four pendant 2 heures puis refroidis. Dix (10) gouttes d'eau HPLC et 3- 4 ml d'acide nitrique (1 : 1) ont été versées dans chaque creuset. Puis ces derniers ont été portés à ébullition sur une plaque chauffante jusqu'à l'évaporation de l'acide nitrique. Le creuset a été retourné au four à 500 °C pendant une heure puis refroidi. En dernier

lieu, dix (10) ml d'acide chlorhydrique et 30 ml d'eau HPLC ont été ajoutés dans le creuset puis transférés dans une fiole de 50 ml. On a rempli la fiole jusqu'au trait de jauge. La solution a été filtrée avec un filtre 0.45 µm et transférée dans un tube à essai.

b) Interprétation et calcul des résultats

La formule utilisée pour le calcul des résultats a été la suivante :

$$\text{Élément en ppm } (\mu\text{g/g}) = (\mu\text{g/mL}) \times F/\text{g test portion} \quad \text{Élément en \%} = \text{ppm } (\mu\text{g/g}) \times 10^{-4}$$

$F = (\text{ml dilution initiale} \times \text{ml dilution finale}) / \text{ml}$ Si l'aliquote originale a été diluée.

4.7.- Analyses statistiques

Les données mesurées ou calculées pour chaque variable de réponse au niveau de l'essai ont été enregistrées dans un cahier général destiné à cette fin. Les données brutes ont été explorées visuellement pour en vérifier la cohérence, puis soumises à des analyses statistiques descriptives. Une analyse de régression a été effectuée sur certains résultats pour mesurer le degré de corrélation entre certaines méthodes utilisées. La moyenne et l'écart-type ont été calculés par variable de réponse et par traitement. Les données brutes ont été également soumises à des analyses de variance pour tester le caractère significatif des différences observées. Quand des différences significatives ont été observées au niveau des traitements, test de Duncan -Walsh a été utilisé pour comparer les moyennes entre elles.

5.-Résultats et discussions

Les résultats de l'analyse des composantes chimiques du maïs obtenus à partir des méthodes décrites précédemment sont présentés sous forme de tableaux et de figures pour chaque échantillon. Les résultats des variétés qui ont été cultivées seulement dans le cadre du premier essai seront présentés dans les tableaux, mais seront exclus dans toutes les comparaisons des moyennes observées dans chacune des deux zones.

5.1.- Teneur en protéines des variétés

Les résultats pour la teneur en protéines ont été obtenus par deux méthodes. Pour vérifier le degré de variabilité entre les deux méthodes utilisées, une analyse de régression a été effectuée sur les résultats. L'analyse de régression a montré que les deux méthodes utilisées pour le dosage des protéines étaient fortement corrélées ($R^2=93,6\%$) (Fig.1). Donc, quelle que soit la méthode qu'on avait utilisée, les résultats sont presque les mêmes. En rapport avec ce qu'on a présenté dans la littérature sur les méthodes de dosage des protéines du maïs, on a opté pour les résultats obtenus à partir de la méthode de DUMAS.

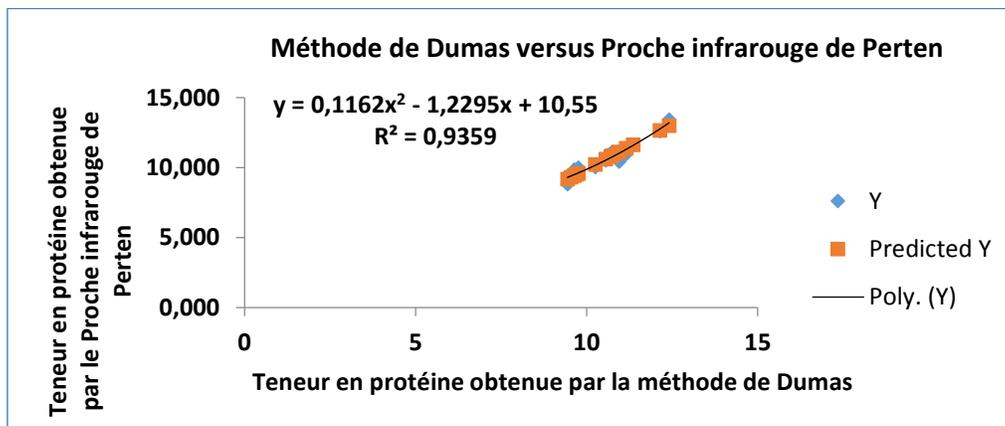


Fig. 1 : Relation entre la teneur en protéine mesurée par la méthode de Dumas et le spectrophotomètre de proche d'infrarouge de Perten.

Les résultats obtenus pour la teneur en protéines des échantillons de maïs sont présentés dans le tableau 7. L'analyse de variance a montré qu'il y avait des différences significatives entre les variétés pour la teneur en protéine ($P<0,05$). Le teneur en protéines des variétés de maïs variait entre $9,44\pm 0,888\%$ et $12,41\pm 0,739\%$. La plus forte teneur été a été observée chez la variété Chicken Corn ($12,15\pm 0,709\%$ pour le premier essai et $12,41\pm 0,739\%$ pour le second essai). Les variétés qui ont présenté la teneur en

protéines la plus faible sont respectivement S00TLYQHGAB (9,44±0,888 %) et S05TLYQHGAB02 (9,54±0,842 %).

Tableau 7 : Répartition de la teneur en protéines dans les variétés de maïs *

<i>Zones</i>	<i>Variétés</i>	<i>Protéine brute</i> <i>(en %)</i>
Z1	S00TLYQHGAB	9,44±0,888 ^b
	S07TLYNHGAB01	9,76±0,859 ^b
	S07TLYNHGAB02	9,64±0,849 ^b
	S03TLYQHGAB05	9,70±0,815 ^b
	S03TLYQHGAB03	11,15±0,768 ^b
	S05TLYQHGAB01	10,71±0,803 ^b
	S05TLYQHGAB02	9,54±0,842 ^b
	CHICKEN CORN	12,15±0,709 ^a
Z2	S00TLYQHGAB	10,95±0,648 ^b
	S07TLYNHGAB01	10,75±0,699 ^b
	S05TLYQHGAB02	10,25±0,752 ^b
	S03TLYQHGAB05	10,56±0,693 ^b
	S07TLYNHGAB02	11,36±0,622 ^b
	CHICKEN CORN	12,41±0,739 ^a

Les résultats présentés sont les moyennes des huit (8) variétés ± l'écart-type

* Les moyennes accompagnées d'une même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% de probabilité.

Les résultats montrent également que la teneur en protéines était légèrement plus faible pour les variétés cultivées dans la première zone que pour celles cultivées dans la seconde zone. C'est le cas pour la variété S00TLYQHGAB qui est passée de 9,44±0,888 % dans la première zone à 10,95±0,648 % dans la seconde zone et c'est aussi le cas pour toutes les variétés. Cette différence observée dans les résultats pourrait être expliquée par l'effet du milieu, de la pratique agricole et de la fertilisation azotée de la plante sur la teneur en protéines du grain.

Dans tous les cas, les résultats ont montré que comparativement à la variété CHICKEN CORN aucune des variétés dites à haute valeur protéique (variétés QPM) n'a donné de si bon rendement en protéines (Fig. 2). En effet, les résultats des travaux de Bressani et al (1962), Dudley (1975) et Hasjim et al (2009), sont arrivés à la même conclusion et ont permis de comprendre que le gène conférant une meilleure qualité aux protéines des variétés de maïs QPM améliore seulement le profil des acides aminés dans ces protéines du maïs. Toutefois, on ne pourrait pas affirmer que la valeur protéique de la variété CHICKEN CORN est supérieure par

rapport aux autres variétés parce que la qualité nutritionnelle du maïs alimentaire est déterminée dans une large mesure par la constitution de ces protéines en acides aminés (Fao, 1993; Prassana et 2009).

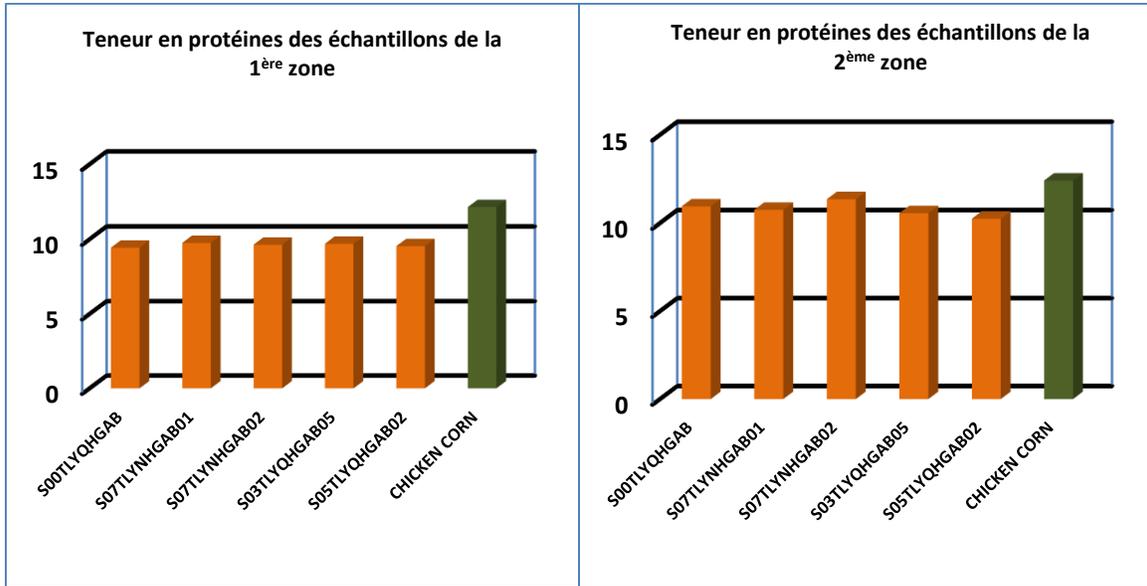


Fig. 2: Répartition de la teneur en protéines des variétés cultivées dans les deux zones expérimentales

NB : Les colonnes de couleurs différentes représentent des résultats significativement différents au seuil de 5% de probabilité.

5.2.- Teneur en amidon des variétés

Les résultats obtenus ont montré qu'il existait aussi une différence significative pour la teneur en amidon ($P < 0,05$). Les variétés S00TLYQHGAB, S07TLYNHGAB01, S07TLYNHGAB02, S03TLYQHGAB05, S05TLYQHGAB02 occupaient le premier de rang du classement, alors que la variété CHICKEN CORN se trouvait dans le bas du classement (Tableau 8). La teneur en amidon variait de $64,39 \pm 0,00$ % à $69,49 \pm 1,51$ %.

Les résultats ont également indiqué la présence d'une corrélation négative entre la teneur en amidon et la teneur en protéines contenu dans les grains de maïs. Ceci pourrait s'expliquer par le fait que l'amidon (87,6 %) et les protéines (8 %) sont les constituants majeurs de l'albumen (FAO, 1993). Toute augmentation de la teneur en protéines du maïs va se traduire par une légère diminution de la teneur en amidon. Vice-versa, toute augmentation de la teneur en amidon dans les grains va se traduire directement par une augmentation du rendement et d'une diminution de

la teneur en protéine du maïs. Dudley, Alexander et Lambert (1975), ont démontré l'existence d'une corrélation négative entre le rendement du grain et la composition en protéines du maïs.

Tableau 8 : Répartition de la teneur en amidon dans les variétés de maïs

<i>Zones</i>	<i>Variétés</i>	<i>Amidons (en %)</i>
<i>Z1</i>	S00TLYQHGAB	69,49±1,51 ^a
	S07TLYNHGAB01	68,49±1,43 ^a
	S07TLYNHGAB02	68,28±1,42 ^a
	S03TLYQHGAB05	68,75±1,42 ^a
	S03TLYQHGAB03	65,39±1,35 ^a
	S05TLYQHGAB01	67,61±1,36 ^a
	S05TLYQHGAB02	68,45±1,40 ^a
	Chicken corn	65,02±1,32 ^b
<i>Z2</i>	S00TLYQHGAB	67,18±1,38 ^a
	S07TLYNHGAB01	67,25±1,50 ^a
	S05TLYQHGAB02	68,68±1,64 ^a
	S03TLYQHGAB05	67,28±1,19 ^a
	S07TLYNHGAB02	65,53±0,57 ^a
	Chicken corn	64,39±0,00 ^b

Les résultats présentés sont les moyennes des huit (8) variétés ± l'écart-type

NB : Les moyennes accompagnées d'une même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% de probabilité.

5.3.- Teneurs en matières sèches, en lipides, en fibres et en cendres des variétés

Les analyses statistiques ont montré qu'il n'existe aucune différence significative entre les résultats obtenus pour les teneurs en matières sèches, en lipides, en fibres et en cendres des variétés de maïs ($P > 0,05$) (Tableau: 9).

Les résultats des teneurs en lipides et en lysine ont montré une corrélation très positive (Fig. 3). Cette corrélation positive entre la teneur en lysine et en lipide du maïs indique qu'il est possible d'obtenir à la fois des hautes teneurs en lysine et en lipides dans toutes les variétés. Huang et al. (2006) ont rapporté que cette caractéristique est propre aux maïs présentant une réduction de certaines zéines par rapport à l'augmentation des autres protéines non-zéines riches en lysine et en tryptophane.

D'autre part, l'amélioration des variétés pour une grande teneur en huile dans les grains de maïs a été réalisée avec une légère augmentation de la teneur en lysine (Thomison et al. 2003). En outre, Huang et al. (2006) en étudiant l'effet de la mutation du gène « Opaque-2 » sur différents

fonds génétiques, ont rapporté qu'une augmentation de la teneur en lipides dans le homozygote récessif peut aussi être à l'origine la teneur en lysine plus élevée et vice-versa.

Tableau 9 : Teneurs en matières sèches, en lipides, fibres et en cendres des variétés de maïs

Zones	Variétés	Solides totaux (en %)	Lipides (en %)	Fibres (en %)	Cendres (en %)
Z1	S00TLYQHGAB	91,29±0,364 ^a	5,48±0,33 ^a	1,41±0,19 ^a	1,30±0,11 ^a
	S07TLYNHGAB01	91,42±0,371 ^a	4,77±0,32 ^a	1,06±0,19 ^a	1,24±0,11 ^a
	S07TLYNHGAB02	90,69±0,383 ^a	4,84±0,32 ^a	1,23±0,19 ^a	1,23±0,11 ^a
	S03TLYQHGAB05	91,29±0,303 ^a	4,54±0,33 ^a	1,47±0,19 ^a	1,18±0,11 ^a
	S03TLYQHGAB03	91,78±0,298 ^a	5,05±0,31 ^a	1,41±0,20 ^a	1,25±0,11 ^a
	S05TLYQHGAB01	91,02±0,310 ^a	4,78±0,32 ^a	1,40±0,21 ^a	1,21±0,11 ^a
	S05TLYQHGAB02	91,91±0,242 ^a	5,77±0,32 ^a	1,21±0,21 ^a	1,28±0,11 ^a
	CHICKEN CORN	91,38±0,247 ^a	5,20±0,24 ^a	1,26±0,23 ^a	1,28±0,11 ^a
Z2	S00TLYQHGAB	91,35±0,244 ^a	4,94±0,18 ^a	1,40±0,18 ^a	1,40±0,07 ^a
	S07TLYNHGAB01	91,58±0,241 ^a	5,22±0,18 ^a	1,12±0,18 ^a	1,41±0,08 ^a
	S05TLYQHGAB02	91,97±0,249 ^a	5,02±0,19 ^a	1,24±0,20 ^a	1,44±0,09 ^a
	S03TLYQHGAB05	91,43±0,266 ^a	4,98±0,21 ^a	1,29±0,23 ^a	1,33±0,10 ^a
	S07TLYNHGAB02	91,76±0,160 ^a	5,47±0,18 ^a	1,49±0,28 ^a	1,56±0,10 ^a
	CHICKEN CORN	92,08±0,000 ^a	5,11±0,00 ^a	0,94±0,00 ^a	1,36±0,00 ^a

Les résultats présentés sont les moyennes des huit (8) variétés ± l'écart-type

NB : Les moyennes accompagnées d'une même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% de probabilité.

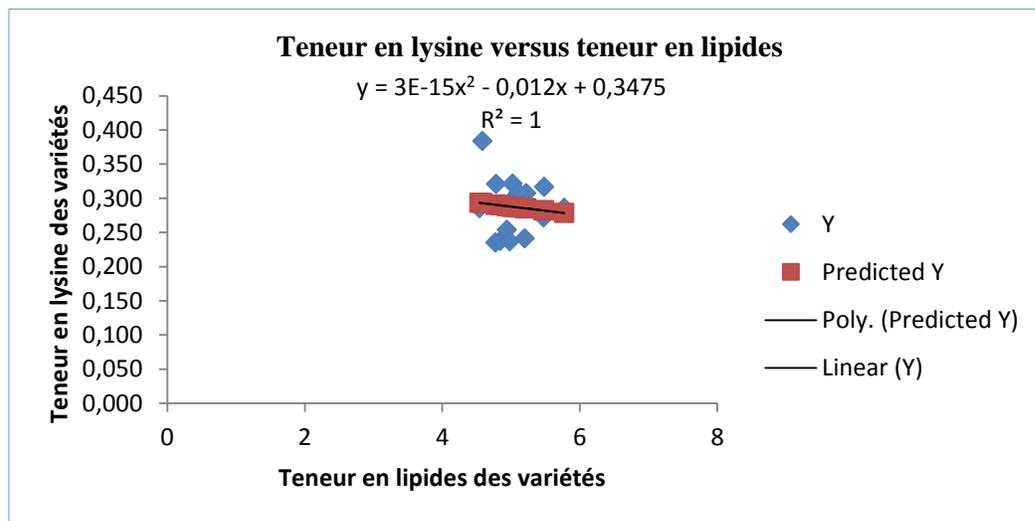


Fig. 3 : Relation entre les teneurs en lipides et lysine des variétés de maïs

5.4.- Teneur en acides aminés des protéines des variétés

Les teneurs en acides aminés contenues dans les variétés de maïs sont présentées dans les tableaux 10 et 11 (ANNEXE 1). Il existait des différences significatives entre les variétés pour tous les acides aminés. La variété CHICKEN CORN a présenté les plus fortes teneurs en leucine, en méthionine, en alanine, en glycine, en glutamine, en serine et en tyrosine. Alors que les plus fortes teneurs en lysine, en thréonine, en arginine, en histidine, en cystéine et en glycine ont été observées chez la variété SOOTLYQHGAB.

Compte tenu des observations qui ont été déjà faites, ce qui est particulièrement important dans le cas du maïs c'est la teneur en lysine. De ce fait, une attention particulière a été portée sur les résultats obtenus pour la teneur en lysine des variétés de maïs utilisées dans le cadre de cette étude.

Selon les résultats présentés dans le tableau 11, la teneur en lysine variait de $0,38 \pm 0,041$ à $0,24 \pm 0,010$ mg/ 100 g de maïs. Pour la teneur en lysine, contrairement à la teneur en protéines, les variétés qui ont donné les plus faibles teneurs en protéines ont indiqué les plus fortes teneurs en lysines. La plus forte valeur a été observée chez la variété SOOTLYQHGAB et la plus faible chez les variétés Chicken Corn et S07TLYNHGAB02. Les variétés S05TLYQHGAB01, S03TLYQHGAB03, S03TLYQHGAB05 ont montré des teneurs en lysine moyennes (Fig. 4).

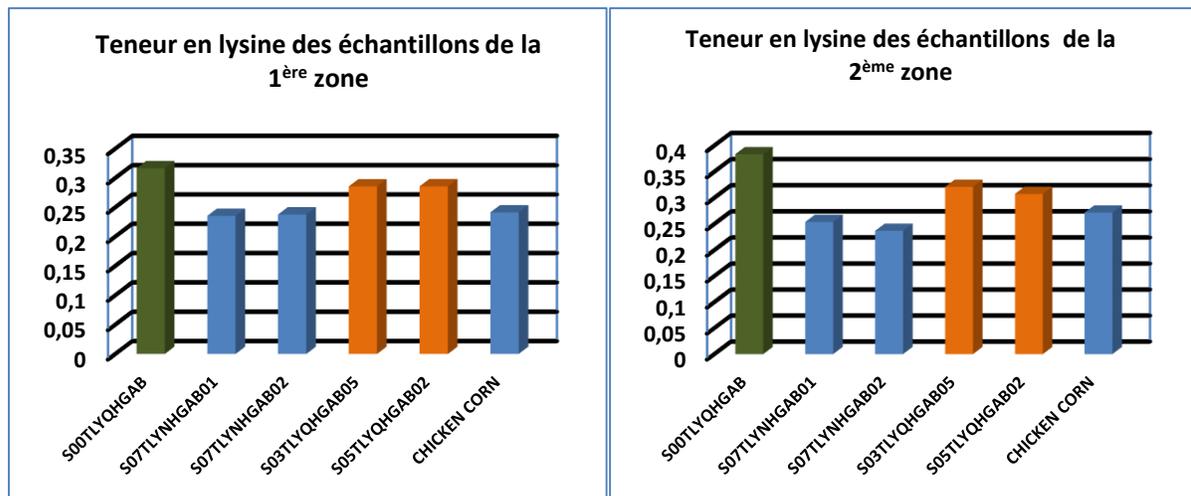


Fig. 4: Répartition de la teneur en lysine des variétés cultivées dans les deux zones expérimentales

NB : Les colonnes de couleurs différentes représentent des résultats significativement différents au seuil de 5% de probabilité.

En effet, toutes les études réalisées dans le domaine ont mis en évidence la supériorité du maïs à haute valeur protéique par rapport au maïs normal pour la teneur en lysine (Drogoul et al, 2004 ; Prassana, 2009). Ces observations pourraient s'expliquer par la présence du gène « Opaque-2 » dans l'endosperme du maïs QPM. Ce dernier diminue la teneur en zéine du maïs de 50 % par rapport à l'augmentation des autres fractions protéiques riches en lysine et en tryptophane; ce qui favorisera une teneur en lysine significativement plus élevée (presque le double) dans l'endosperme de maïs QPM par rapport au maïs normal (Prassana, 2009).

Les résultats montrent aussi que la teneur en lysine variait pour les deux zones de production et pour une même variété de maïs. Ceci pourrait s'expliquer par le fait que la teneur en lysine des protéines du maïs est sous l'influence des pratiques culturales et de la fertilisation azotée de la plante. Les variabilités observées dans les résultats pourraient aussi être dues à des différences dans le niveau de maturation des grains de maïs, parce que plus les grains sont matures plus faible sera la teneur en lysine (Patterson et al, 1980; Fao, 1993).

Les résultats montrent également une diminution de la teneur en lysine à mesure que la teneur en protéines augmente dans les variétés. En règle générale, la teneur en lysine du grain de maïs est d'autant plus faible que la teneur en protéines est plus élevée (Pion et al, 1963).

Pour la teneur en phénylalanine, c'est la variété Chicken Corn qui a occupé la tête du classement ($0,48 \pm 0,003$ et $0,49 \pm 0,050$ mg/100 g de maïs) pour les deux zones. La plus faible valeur a été observée chez les variétés SOOTLYQHGAB ($0,28 \pm 0,011$ mg/100 g de maïs) et S07TLYNHGAB02 ($0,34 \pm 0,014$ mg/100 g de maïs). En dernier lieu, les variétés CHICKEN CORN et SOOTLYQHGAB ont présenté des teneurs presque équivalentes en isoleucine, leucine et en valine. Plusieurs chercheurs ont démontré que les teneurs en phénylalanine, en isoleucine, en leucine, et en valine étaient beaucoup plus élevées pour les variétés normales que chez les variétés à haute valeur protéique (Bressani et al, 1962; Fao, 1993).

En ce qui attrait à la teneur en méthionine, il n'y avait pas une trop grande différence entre les variétés. Cette teneur varie de $0,22 \pm 0,019$ mg/100 g de maïs pour la variété S07TLYNHGAB02 à $0,13 \pm 0,011$ mg/100 g de maïs pour la variété S05TLYQHGAB02. La teneur en méthionine pour les variétés CHICKEN CORN et SOOTLYQHGAB n'était pas significativement différente de celle de la variété S07TLYNHGAB02.

L'analyse de variance pour la teneur en thréonine a révélé qu'il avait une différence significative entre les variétés. Les variétés SOOTLYQHGAB et CHICKEN CORN ont présenté une meilleure teneur en thréonine que les autres variétés.

5.5.- Teneurs en Fer et en zinc contenues dans les variétés de maïs :

Les résultats obtenus pour les teneurs en fer et en zinc des variétés de maïs sont présentés dans le tableau 13(ANNEXE 2). Les résultats sont très variables d'une variété à une autre et d'une zone à une autre. Dans le premier essai, les variétés CHICKEN CORN et S03TLYQHGAB05 occupaient la tête du classement pour la teneur en fer alors que les variétés S05TLYQHGAB02 et S00TLYQHGAB présentaient les plus faibles valeurs. Dans le second essai, contrairement au premier essai, ce sont les variétés CHICKEN CORN et S03TLYQHGAB05 qui ont montré les plus faibles teneurs en fer alors que la variété S07TLYNHGAB01 a montré la plus forte valeur (Fig. 5).

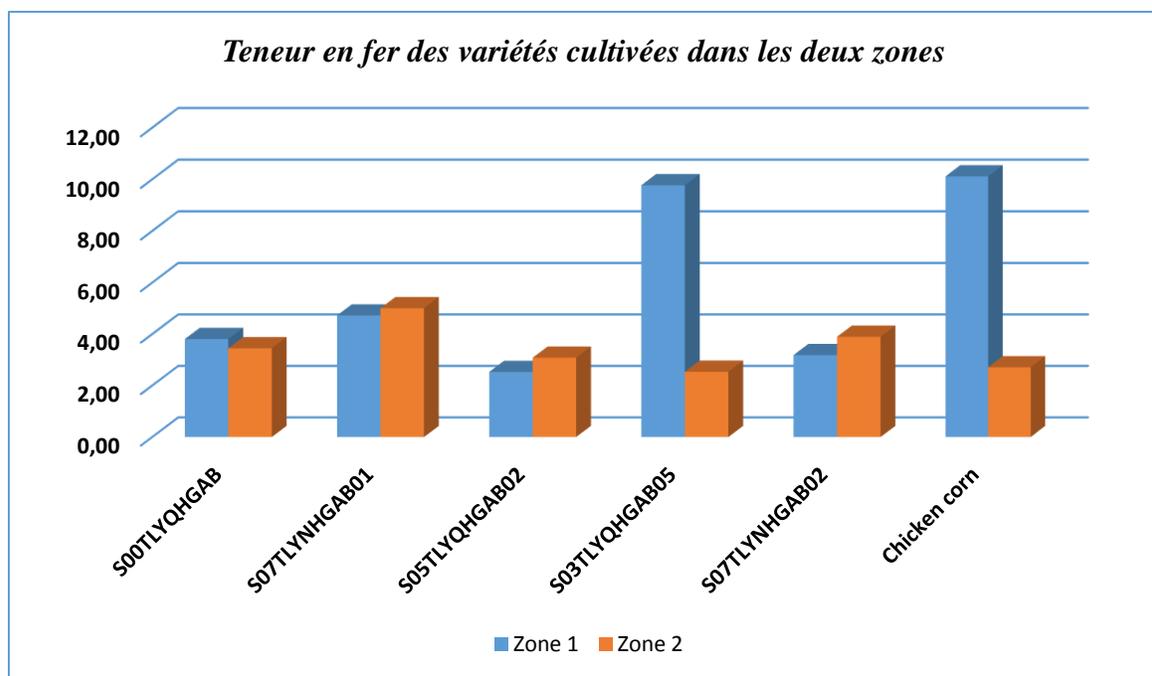


Fig. 5. Répartition de la teneur en fer des variétés cultivées dans les deux zones expérimentales

Pour la teneur en zinc, les résultats ont montré que c'est la variété S00TLYQHGAB qui a obtenu la valeur la plus élevée dans les deux zones expérimentales alors que la variété CHICKEN CORN a obtenu la plus faible (Fig. 6). Les résultats obtenus pour les variétés dans la première expérimentation étaient plus élevés que ceux obtenus dans la seconde.

Cette variabilité observée dans les résultats des teneurs en fer et en zinc pourrait s'expliquer par l'influence de nombreux facteurs complexes notamment, le génotype, les propriétés du sol, les conditions environnementales et les interactions entre les éléments fertilisants de la plante sur la concentration des minéraux contenus dans les grains de maïs (House, 1999).

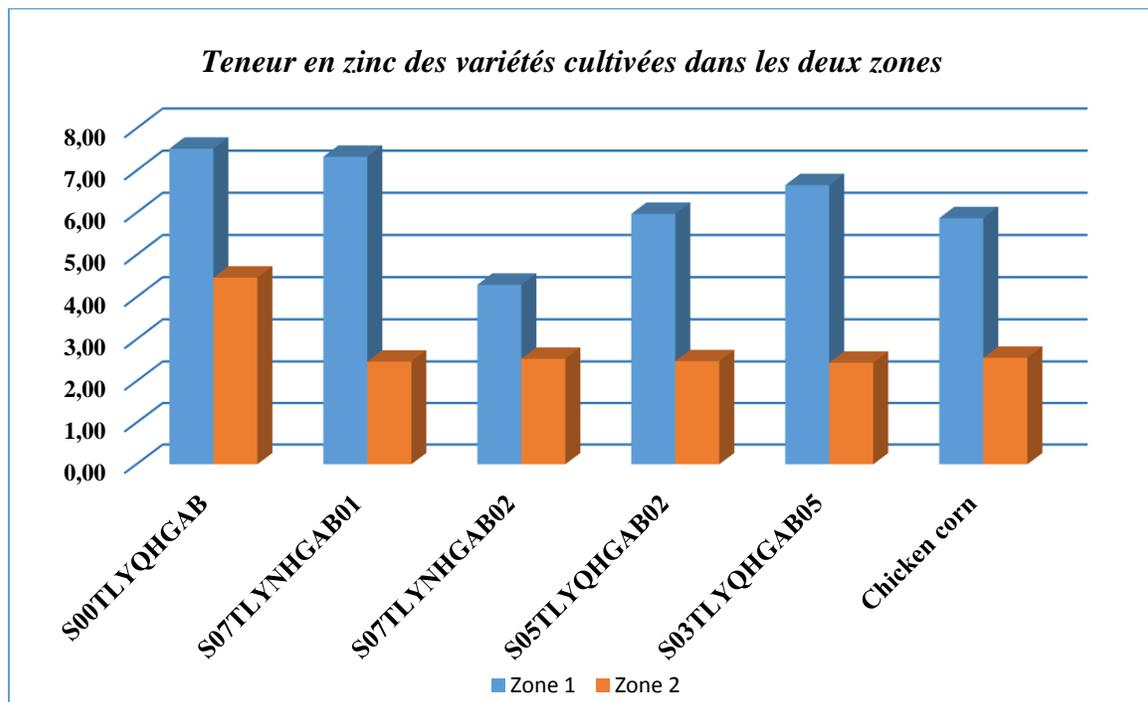


Fig. 6. Répartition de la teneur en zinc des variétés cultivées dans les deux zones expérimentales

Malgré cette grande variabilité, Les résultats obtenus pour les teneurs en fer et en lysine des variétés de maïs ont montré une forte corrélation ($R^2 = 75,6\%$) (Fig. 7). Cette même observation a également été faite pour les teneurs en zinc et en lysine des variétés de maïs ($R^2 = 85\%$) (Fig. 8). Cependant, la corrélation était plus forte pour la teneur en Zinc que pour la teneur en Fer. Plusieurs études ont montré que le mutant Opaque-2 améliore l'accumulation micronutriments spécialement les teneurs en fer et en zinc dans le grain de maïs (House, 1999 ; Pandey et al, 2015). Arnold, Bauman et Aycock (1977) ont démontré que les gènes modificateurs qui influencent l'effet du gène opaque-2 sur la concentration en lysine peuvent également influencer l'effet du gène opaque-2 sur la concentration en Zinc d'une manière similaire. C'est-à-dire qu'une augmentation de la teneur en lysine pourrait s'accompagner d'une augmentation de la teneur en Zinc dans le noyau du maïs.

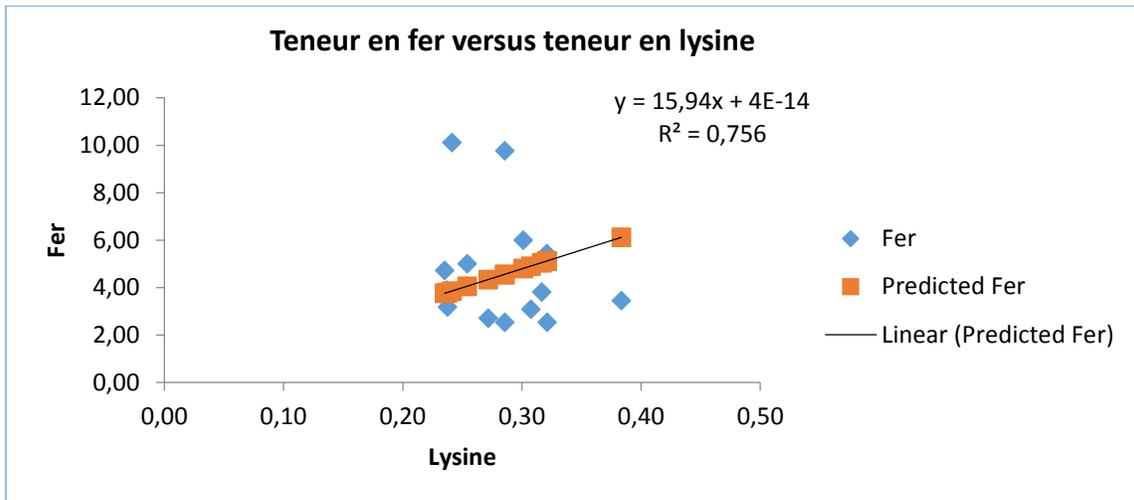


Fig. 7 : Relation entre la teneur en fer et la teneur en lysine des variétés de maïs

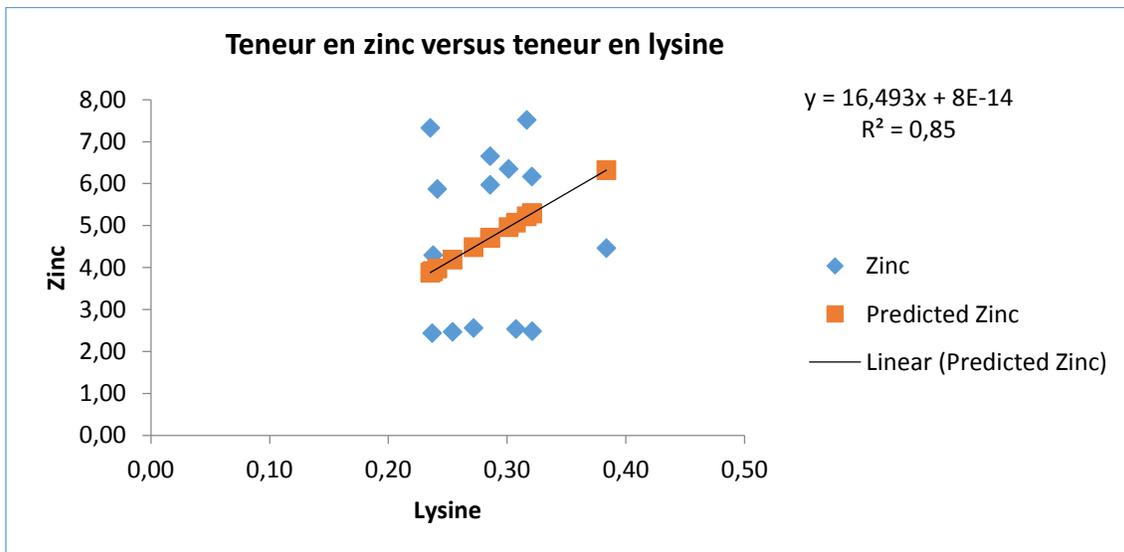


Fig. 8 : Relation entre la teneur en zinc et la teneur en lysine des variétés de maïs

6.- Conclusion

L'objet de cette étude consistait à évaluer la composition chimique des grains de sept (7) variétés QPM et une variété locale cultivées dans deux environnements agricoles différents en Haïti. En rapport avec la variabilité observée chez le maïs QPM et l'environnement agricole haïtien, nous avons émis l'hypothèse que les essais variétaux fournissent des indications sur l'expression du caractère protéique des nouvelles variétés.

Les résultats ont montré que les variétés SOOTLYQHGAB, SO3TLYQHGAB05 et SO5TLYQHGAB02 ont montré une plus grande teneur en lysine dans les deux environnements de culture. Par conséquent, notre hypothèse est vérifiée pour ces variétés, qui possèdent des protéines mieux équilibrées quant à la composition en acides aminés. En se basant sur les résultats, ces observations confirment aussi la supériorité du caractère protéique de ces nouvelles variétés rapport aux autres variétés utilisées dans le cadre de cette étude. Par ailleurs, la variété locale Chicken Corn n'est pas sans intérêt puisqu'elle possède une haute teneur en protéines. Les résultats ont aussi révélé que l'environnement exerce une influence sur l'expression du caractère protéique du maïs à haute valeur protéique (maïs QPM).

Tout compte fait, il serait impossible d'affirmer la supériorité nutritionnelle d'une variété par rapport à une autre parce qu'on ne connaît aucune information sur la valeur nutritionnelle des variétés. Pour cette raison, une étude portant sur la comparaison de la valeur nutritionnelle de ces variétés devrait être envisagée.

Pour conclure, compte tenu des grandes superficies cultivées en maïs et du grand nombre d'agriculteurs engagés dans la production de maïs en Haïti, le développement, l'introduction et l'adoption du maïs à haute valeur protéique (maïs QPM) représente une approche intéressante dans la lutte contre la malnutrition et la faim en Haïti.

7.- Références

- Africot A., (2009)**, Influence de la fumure organique sur l'efficacité de faibles Doses d'engrais minéraux sur le rendement en grain chez deux variétés de maïs (*Zea mays*, L.) Alizèn et Gwo mayi à Fond mélon, 2^{ème} section Communale de Jacmel UEH/FAMV HAITI mémoire 45p.
- Akanvou et al, (2009)**, Évaluation agronomique des variétés de maïs riche en protéines en station et en milieu paysan dans la zone forestière de Côte d'Ivoire, *Agronomie africaine*, Ghana, 309-317p.
- Alain Pascal Kaly, (2007)**, le droit à l'alimentation en Haïti : nouveaux défis aux séculaires problèmes. Port-au-Prince /Haïti, 52 p.
- Alejandro Ortega C. (1988)**. Insectes ravageurs du maïs: guide d'identification au champ. Mexico, 106p
- Almodares, A., et al. (2009)**, The effects of nitrogen fertilizer on chemical compositions in corn and sweet sorghum, *J. Agric. Environ. Sci* 6: 441-446.
- Amadou, F, L, (2011)**, Facteur explicatifs de la fréquence de la malnutrition chez les enfants âgés de 0 à 5 ans dans la communauté rurale de Nguère au Sénégal, *Mémoire*, 60p.
- Anne Dufour, (2015)**, Ma bible des aliments : Santé-Minceur, Éditions Leducs, Paris, 527p
- Arnold JM, Bauman LF, et Aycock HS, (1977)**, interrelations entre protéines, la lysine, l'huile, certaines concentrations en éléments minéraux, et les caractéristiques physiques du noyau dans deux populations de maïs, *Crop Sci.*, 17: 421-425
- Bennani S., Dory V., (2003)** : diagnostic agraire du bassin versant de la rivière Fond Melon. IRAM /CICDA/CROSE. 91p.
- Brasseur, G. (1980)**, Memento de l'agronome, Editions Quae.France.1683p.
- Bressani, R., Ellas, L.G., Scrimshaw, N.S. et Guzman, M.A. (1962)**. Nutritive value of Central American corns. VI. Varietal and environmental influence on the nitrogen, essential amino acids and fat content of 10 varieties. *Cereal Chem.*, 39: 59-67.

- Bressani, R., et al. (1974)**, whole soybeans as a means of increasing protein and calories in maize-based diets, *Journal of Food Science* 39(3): 577-580.
- Burge, R.M. et Duensing, W.J. (1989)**. Processing and dietary fiber ingredient applications of corn bran. *Cereals foods World* 1. 34: 535-538.
- Burgoon, K., et al. (1992)**, Nutritional value of quality protein maize for starter and finisher swine, *Journal of Animal Science* 70(3): 811-817.
- CNSA (2011/2012)**, Enquête d'évaluation de la performance de la campagne de printemps 2011 et analyse des marchés et de la sécurité alimentaire, 55p.
- CNSA et MARNDR (2013)** Rapport d'évaluation de la campagne de printemps 2012.
- De Groote, H., et al. (2010)**, Quality protein maize for the feed industry in Kenya, *Outlook on AGRICULTURE* 39(4): 291-298.
- Drogoul C., (2004)**, Nutrition et alimentation des animaux d'élevage, 2^{ème} édition, Edition educagri, Dijon.
- Dudley, J., et al. (1975)**, Genetic improvement of modified protein maize, High quality protein maize. Dowden, Hutchinson and Ross, Stroudsborg: 120-135.
- Dudley, J.W., Lambert, R.J. & Alexander, D.E. 1974**. Seventy generations of selections for oil and protein concentration in the maize kernel. In J.W. Dudley, éd. Seventy generations of selection for oil and protein in maize p. 181-211. Madison, Wis., Etats-Unis, Crop. Sci. Soc.
- Enquête démographique et de santé (EDS) et Banque mondiale, (2006)**. Repositioning Nutrition as Central to Development: A Strategy for Large-Scale Action. Washington, D.C.<http://siteresources.worldbank.org/nutrition/Resources/2818461131636806329/NutritionStrategy.pdf>
- Graham, R., et al. (1999)**. "Breeding for micronutrient density in edible portions of staple food crops: conventional approaches." *Field Crops Research* 60(1): 57-80.

- Hasjim, J., Srichuwong, S., Scott, M. P., et Jane, J. L. (2009).** Kernel composition, starch structure, and enzyme digestibility of opaque-2 maize and quality protein maize. *Journal of agricultural and food chemistry*, 57(5), 2049-2055.
- Huang, S.; Frizzi, A.; Florida, C.A.; Kruger, D.E. et Luethy, M.H.(2006),** High lysine and high tryptophan transgenic maize resulting from the reduction of both 19- and 22-kD alpha-zeins. *Plant Mol. Biol* 61, 525–535
- Jarrige, R. (1995).** Nutrition des ruminants domestiques: ingestion et digestion, Editions Quae.
- Jean-Baptiste Antony, (2006),** procédé de fabrication, composition chimique et population microbienne d'un produit artisanal à base de maïs (L'AK-100), mémoire FAMV-UEH. 54 p.
- Lang, A., et al. (1956),** Influence of population and nitrogen levels on yield and protein and oil contents of nine corn hybrids, *Agronomy Journal* 48(7): 284-289.
- Latham, M. C. (2001).** La nutrition dans les pays en développement, Food & Agriculture Org.
- Légère, A. (2009).** Biodiversité et productivité; utopie ou réalité, Constat après 18.
- Maner, J. H. (1975).** "Quality protein maize in swine nutrition." High-quality protein maize. Stroudsburg, PA, USA. Hutchinson Ross Publishing Co., Stroudsburg, PA: 58-82.
- MARNDR-Projet de Réhabilitation des Petits Périmètres Irrigués PPI - APS II (2000).** Doc Groupement SCP/LGL. http://fr.wikipedia.org/wiki/Hauts_de_Saint-Marc
- Mertz, E. T., et al. (1964).** "Mutant gene that changes protein composition and increases lysine content of maize endosperm." *Science* 145(3629): 279-280.
- Mertz, E.T., Bates, L.S. et Nelson, O.E.1964.** Mutant gene that changes protein composition and increases lysine content of maize endosperm. *Science* 145: 279-280.
- MINISTERE DE LA SANTE PUBLIQUE ET DE LA POPULATION (MSPP), (2013),** Annuaire statistique 2012. 61p
<http://mspp.gouv.ht/site/downloads/Annuaire%20statistique%20MSPP%202012-version%20web.pdf>.

OMS, (2006), La santé des populations : rapport sur la santé dans les régions africaines. 163 p.

Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), (1993), Le maïs dans l'alimentation humaine, 453p.

Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), (2013), L'état de l'insécurité alimentaire dans le monde.
<http://www.fao.org/docrep/018/i3458f/i3458f.pdf>

Paliwal, R. L., et al. (2002). Le Maïs en zones tropicales: amélioration et production, Food & Agriculture Org.

Pandey, N., Hossain, F., Kumar, K., Vishwakarma, A. K., Muthusamy, V., Manjaiah, K. M., et Gupta, H. S. (2015). Microsatellite marker-based genetic diversity among quality protein maize (QPM) inbreds differing for kernel iron and zinc. *Molecular Plant Breeding*, 6.

Patterson, J.I., Brown, R.R., Linkswiler, H. et Harper, A.E. (1988). Excretion of tryptophan niacin metabolites by young men: effects of tryptophan, leucine and vitamin B intakes. *Am. J. Clin. Nutr.*, 33: 21572167

Pierre Carl Henry (1999), Essai d'adaptation de deux variétés de maïs (*zea mays L.*) à Santo plaine de Léogane UEH/FAMV HAITI mémoire 45p

Prassana, B.M., Vasal, S.K., Kassahun, B. et Singh, N.N.(2001),Quality protein maize *Current Science* 81: 1308-1319

Sanon, D., (2003) Évaluation sur la base du rendement de 7 hybrides de maïs (*Zea mays L.*) en provenance de ORE dans les conditions du périmètre irrigué de la plaine d'Aquin, UEH/FAMV Haïti mémoire 55 p.

Sofi, P., et al. (2009). "Review article: Quality protein maize (QPM)": Genetic.

Spackman, D. H., Stein, W. H., & Moore, S. (1958). Automatic recording apparatus for use in chromatography of amino acids. *Analytical chemistry*, 30(7), 1190-1206.

- Twumassi A., et al, (1997)**, Developpement in promotion of quality protein maize in Ghana, Contributing to food self-sufficiency, IITA, Cotonou, Benin, 140-148p.
- Unité Nationale d'ABA GRANGO UNAG(2012)**, Plan d'action ABA GRANGO 2012, Port-au-Prince-Haïti, 69 p.
http://www.abagrangou.ht/medias/Plan%20d'Action%20ABA%20GRANGO%202012_Draft%20V.1.pdf
- Vasal, S. (2000)**. "The quality protein maize story." Food & Nutrition Bulletin 21(4): 445-450.
- Vasal, S. (1994)**. "High quality protein corn." Specialty corns 1: 79-122.
- VETERIMED, OCDE, PAM (2007)**, Rapport du colloque national Sur la problématique des micros, petites et moyennes entreprises du secteur Agro industriel en Haïti.
- Vivek, B. (2008)**. Breeding quality protein maize (QPM): Protocols for developing QPM cultivars, CIMMYT.
- Williams, P., Sobering, D., & Antoniszyn, J.** Méthodes de détermination de la teneur en protéines à la Commission canadienne des grains. Compte rendu du Wheat Protein
- WOODARD H.J, BLY A, (1998)**. Relationship of nitrogen managment to winter wheat yield and grain protein in South journal of plant nutrition, ISSN 0190-4167,vol.21: No.2; p.217-233.
- Yannick, U. S., et al. (2014)**. L'apport des faibles doses d'engrais minéraux permet-il d'accroître le rendement du maïs cultivé à forte densité. Un exemple avec deux variétés de maïs à Lubumbashi." Journal of Applied Biosciences 74(1): 6131.
- Zarkadas, C. G., et al. (1995)**. "Comparison between the protein quality of northern adapted cultivars of common maize and quality protein maize." Journal of Agricultural and Food Chemistry 43(1): 84-93.

ANNEXE 1

Tableau 10 : Composition des variétés de maïs en acides aminés essentiels

Zones	Variétés	Isoleucine	Leucine	Lysine	Méthionine	Phénylamine	Thréonine	Valine	Arginine	Histidine
Z1	S00TLYQH GAB	0,19±0,021 ^{cd}	0,72±0,035 ^h	0,32±0,002 ^b	0,14±0,002 ^{bcd}	0,28±0,011 ^g	0,34±0,013 ^{def}	0,33±0,028 ^{bc}	0,48±0,001 ^{bc}	0,28±0,004 ^{abcd}
	S07TLYNH GAB01	0,22±0,016 ^{abcd}	1,08±0,132 ^{cd}	0,24±0,003 ^e	0,22±0,019 ^a	0,36±0,038 ^{cd}	0,33±0,013 ^{ef}	0,32±0,014 ^{bc}	0,38±0,004 ^{hg}	0,23±0,004 ^{ef}
	S07TLYNH GAB02	0,21±0,000 ^{cd}	1,00±0,015 ^{ed}	0,24±0,028 ^e	0,20±0,015 ^{abc}	0,34±0,014 ^{ed}	0,31±0,025 ^{def}	0,30±0,009 ^c	0,36±0,032 ^g	0,22±0,034 ^f
	S03TLYQH GAB05	0,21±0,016 ^{abcd}	0,93±0,062 ^{ef}	0,29±0,013 ^{bcd}	0,18±0,009 ^{abc}	0,34±0,020 ^{ed}	0,34±0,013 ^{abcd}	0,33±0,027 ^{bc}	0,47±0,015 ^{bcd}	0,28±0,019 ^{abc}
	S03TLYQH GAB03	0,27±0,016 ^{ab}	1,12±0,066 ^{cd}	0,30±0,019 ^{cb}	0,19±0,004 ^{abc}	0,40±0,022 ^{cb}	0,37±0,020 ^{abc}	0,40±0,015 ^{ab}	0,50±0,035 ^{bcd}	0,29±0,007 ^{cb}
	S05TLYQH GAB01	0,23±0,008 ^{abcd}	1,00±0,023 ^{de}	0,32±0,010 ^b	0,19±0,004 ^{abc}	0,37±0,005 ^{cd}	0,37±0,001 ^f	0,38±0,008 ^{acb}	0,52±0,014 ^{bc}	0,30±0,002 ^b
	S05TLYQH GAB02	0,19±0,025 ^d	0,75±0,046 ^{gh}	0,29±0,006 ^{bcd}	0,13±0,011 ^{dc}	0,29±0,013 ^g	0,31±0,002 ^{bcd}	0,31±0,030 ^c	0,44±0,003 ^{efg}	0,25±0,007 ^b
	Chicken corn	0,27±0,021 ^a	1,43±0,017 ^a	0,24±0,010 ^e	0,20±0,006 ^{abc}	0,48±0,003 ^a	0,36±0,004 ^{cde}	0,38±0,029 ^{abc}	0,40±0,005 ^{fgh}	0,25±0,002 ^{cdef}
	S03GABO3	0,22±0,028 ^{abc}	0,96±0,084 ^e	0,31±0,013 ^{bc}	0,16±0,014 ^{acb}	0,35±0,030 ^{ed}	0,36±0,015 ^{bcd}	0,35±0,030 ^{abc}	0,50±0,025 ^{bcd}	0,26±0,001 ^{ef}
Z2	S00TLYQH GAB	0,28±0,064 ^a	0,96±0,049 ^e	0,38±0,041 ^a	0,08±0,102 ^d	0,37±0,027 ^{cd}	0,40±0,017 ^a	0,44±0,104 ^a	0,59±0,053 ^a	0,34±0,050 ^a
	S07TLYNH GAB01	0,24±0,015 ^{abc}	1,016±0,065 ^c	0,25±0,002 ^{ed}	0,20±0,018 ^{abc}	0,40±0,020 ^{bc}	0,34±0,013 ^{bc}	0,34±0,016 ^{acb}	0,41±0,008 ^{fgh}	0,23±0,007 ^g
	S05TLYQH GAB02	0,20±0,032 ^{cd}	0,79±0,014 ^{gh}	0,31±0,008 ^{bc}	0,15±0,005 ^{abcd}	0,30±0,003 ^{fg}	0,32±0,024 ^{ef}	0,34±0,048 ^{abc}	0,48±0,011 ^{bcd}	0,28±0,012 ^{bcd}
	S03TLYQH GAB05	0,20±0,005 ^{cd}	0,85±0,078 ^{fg}	0,32±0,022 ^b	0,16±0,011 ^{acb}	0,33±0,015 ^{ef}	0,34±0,002 ^{bc}	0,34±0,004 ^{bc}	0,53±0,024 ^{ab}	0,30±0,009 ^{abcd}
	S07TLYNH GAB02	0,25±0,019 ^{abc}	1,28±0,054 ^b	0,24±0,025 ^e	0,21±0,009 ^{ab}	0,43±0,022 ^b	0,34±0,018 ^{d^{ef}}	0,36±0,027 ^{bc}	0,40±0,039 ^{gh}	0,23±0,007 ^g
	Chicken corn	0,27±0,084 ^a	1,45±0,125 ^a	0,27±0,037 ^{cde}	0,21±0,016 ^{ab}	0,49±0,050 ^a	0,38±0,040 ^{ab}	0,39±0,098 ^{abc}	0,46±0,060 ^{efd}	0,26±0,029 ^{fg}

Les résultats présentés sont des moyennes observées des huit (8) variétés ± l'écart-type

NB : Les moyennes accompagnées d'une même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% de probabilité.

Tableau 11 : Composition des variétés de maïs en acides aminés non-essentiels

Zones	Variétés	Alanine	Asparagine	Cystéine	Glycine	Glutamine	Proline	Serine	Tyrosine
Z1	S00TLYQHGAB	0,536±0,014 ^{fg}	0,618±0,008 ^{feg}	0,152±0,005 ^{ab}	0,414±0,0004 ^{abc}	1,295±0,015 ^g	0,825±0,005 ^{fgh}	0,429±0,005 ^{ef}	0,272±0,0004 ^{ef}
	S07TLYNHGAB01	0,669±0,067 ^{bcd}	0,585±0,031 ^g	0,119±0,008 ^{def}	0,343±0,0013 ^{bcd}	1,625±0,154 ^{cde}	0,820±0,081 ^{fgh}	0,496±0,002 ^{dc}	0,339±0,0304 ^{cd}
	S07TLYNHGAB02	0,644±0,050 ^{cd}	0,571±0,049 ^g	0,109±0,016 ^f	0,343±0,0401 ^{bcd}	1,514±0,086 ^{efg}	0,773±0,066 ^{gh}	0,503±0,085 ^{bcd}	0,316±0,0219 ^{ed}
	S03TLYQHGAB05	0,620±0,027 ^{ed}	0,622±0,001 ^{feg}	0,142±0,009 ^{cb}	0,394±0,0144 ^{bcd}	1,530±0,079 ^{ef}	0,844±0,011 ^{efg}	0,502±0,021 ^{abc}	0,313±0,0150 ^{ed}
	S03TLYQHGAB03	0,710±0,056 ^{ab}	0,654±0,052 ^{bcd^{ef}}	0,137±0,003 ^{bcd}	0,405±0,0208 ^{abcd}	1,759±0,103 ^{bc}	0,926±0,019 ^{bcd}	0,531±0,031 ^{bcd}	0,355±0,0131 ^{cb}
	S05TLYQHGAB01	0,662±0,002 ^{bcd}	0,672±0,015 ^{bcd^e}	0,154±0,011 ^{ab}	0,423±0,0083 ^{abcd}	1,658±0,003 ^{cde}	0,926±0,008 ^{bcd}	0,510±0,004 ^{bcd}	0,334±0,0010 ^{cd}
	S05TLYQHGAB02	0,495±0,007 ^g	0,597±0,008 ^{gh}	0,135±0,010 ^{bcd^e}	0,435±0,0994 ^{ab}	1,331±0,035 ^g	0,763±0,002 ^h	0,420±0,008 ^h	0,266±0,0112 ^g
	Chicken corn	0,806±0,003 ^a	0,701±0,002 ^{bc}	0,115±0,008 ^{ef}	0,349±0,0017 ^{bcd}	2,040±0,012 ^a	0,980±0,015 ^{ba}	0,562±0,011 ^{ab}	0,403±0,0042 ^a
S03GABO3	0,610±0,040 ^{de}	0,656±0,044 ^{bcd^{ef}}	0,135±0,002 ^{bcd^e}	0,390±0,0269 ^{bcd}	1,588±0,106 ^{de}	0,883±0,052 ^{def}	0,473±0,023 ^{cdef}	0,319±0,0133 ^{cd}	
Z2	S00TLYQHGAB	0,609±0,031 ^{de}	0,798±0,046 ^a	0,146±0,021 ^{abc}	0,452±0,0263 ^a	1,660±0,109 ^{cde}	0,969±0,049 ^{bc}	0,495±0,023 ^{cdef}	0,332±0,0110 ^{cd}
	S07TLYNHGAB01	0,667±0,029 ^{bcd}	0,628±0,004 ^{defg}	0,109±0,001 ^f	0,337±0,0005 ^{bcd}	1,711±0,085 ^{bcd}	0,867±0,029 ^{def}	0,484±0,018 ^{def}	0,350±0,0209 ^{bc}
	S05TLYQHGAB02	0,516±0,022 ^{fg}	0,657±0,019 ^{bcd^{ef}}	0,150±0,015 ^{ab}	0,393±0,0053 ^{cd}	1,437±0,043 ^{fg}	0,856±0,027 ^{efd}	0,424±0,028 ^{def}	0,277±0,0040 ^{fg}
	S03TLYQHGAB05	0,567±0,018 ^{ef}	0,688±0,019 ^{cbd}	0,164±0,007 ^a	0,416±0,0149 ^{abcd}	1,545±0,100 ^{ef}	0,899±0,067 ^{cdef}	0,465±0,011 ^{def}	0,299±0,0159 ^{ef}
	S07TLYNHGAB02	0,722±0,031 ^{ab}	0,627±0,041 ^{defg}	0,109±0,001 ^{cdef}	0,327±0,0263 ^{abc}	1,834±0,077 ^b	0,920±0,028 ^{bcde}	0,508±0,019 ^{abcd}	0,373±0,0156 ^b
	Chicken corn	0,837±0,033 ^a	0,720±0,047 ^b	0,126±0,019 ^{cdef}	0,374±0,0191 ^d	2,128±0,115 ^a	1,066±0,032 ^a	0,591±0,011 ^a	0,419±0,0303 ^a

Les résultats présentés sont les moyennes des huit (8) variétés ± l'écart-type

NB : Les moyennes accompagnées d'une même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% de probabilité.

ANNEXE 2

<i>Zones</i>	<i>Variétés</i>	<i>Teneur en Fe mg/100 g de maïs</i>	<i>Teneur en Zn</i>
<i>Z1</i>	S00TLYQHGAB	3,81±0,72	7,52±2,24
	S07TLYNHGAB01	4,72±0,23	7,33±2,43
	S07TLYNHGAB02	3,18±0,60	4,30±1,00
	S03TLYQHGAB05	9,77±1,23	6,66±1,54
	S03TLYQHGAB03	5,99±0,16	6,35±1,57
	S05TLYQHGAB01	5,44±0,82	6,17±1,23
	S05TLYQHGAB02	2,53±0,23	5,97±1,00
	CHICKEN CORN	10,11±0,74	5,87±1,05
<i>Z2</i>	S00TLYQHGAB	3,45±1,05	4,46±1,34
	S07TLYNHGAB01	5,00±1,22	2,47±0,05
	S05TLYQHGAB02	3,08±0,40	2,54±0,29
	S03TLYQHGAB05	2,54±0,16	2,48±0,20
	S07TLYNHGAB02	3,90±0,75	2,44±0,11
	CHICKEN CORN	2,71±0,56	2,56±0,21

Tableau 12 : Teneurs en fer et en zinc des variétés de maïs

Les résultats présentés sont les moyennes des huit (8) variétés ± l'écart-type

NB : Les moyennes accompagnées d'une même lettre ne sont significativement différentes au seuil de 5% de probabilité.

ANNEXE 3

Analyse de variance réalisée sur les résultats obtenus pour les teneurs en protéines, en solides totaux, en lipides, en fibres, en amidon et en cendres des variétés de maïs.

Le Système SAS 11:55 Thursday, March 19, 2015 84

Obs	ZONE	VARIETE	MATSECHE	PROTEINE	LIPIDE	FIBRE	CENDRE	AMIDON
1	1	Chickenc	91.38	12.15	5.20	1.26	1.28	65.02
2	2	Chickenc	92.08	12.41	5.11	0.94	1.36	64.39
3	1	S00TLYQH	91.29	9.44	5.48	1.41	1.30	69.49
4	2	S00TLYQH	91.35	10.95	4.94	1.40	1.40	67.18
5	1	S03TLYQH	91.29	9.70	4.54	1.47	1.18	68.75
6	2	S03TLYQH	91.43	10.56	4.98	1.29	1.33	67.28
7	1	S05TLYQH	91.91	9.54	5.77	1.21	1.28	68.45
8	2	S05TLYQH	91.97	10.25	5.02	1.24	1.44	68.68
9	1	S07TLYNH	91.42	9.76	4.77	1.06	1.24	68.49
10	2	S07TLYNH	91.58	10.75	5.22	1.12	1.41	67.25
11	1	S07TLYNH	90.69	9.64	4.84	1.23	1.23	68.28
12	2	S07TLYNH	91.76	11.36	5.47	1.49	1.56	65.53

Le Système SAS 11:55 Thursday, March 19, 2015 85

La procédure CORR

7 Variables : ZONE MATSECHE PROTEINE LIPIDE FIBRE CENDRE AMIDON

Statistiques simples

Variable	Nb	Moyenne	Écart-type	Somme	Minimum	Maximum
ZONE	12	1.50000	0.52223	18.00000	1.00000	2.00000
MATSECHE	12	91.51250	0.38019	1098	90.69000	92.08000
PROTEINE	12	10.54250	1.01766	126.51000	9.44000	12.41000
LIPIDE	12	5.11167	0.34239	61.34000	4.54000	5.77000
FIBRE	12	1.26000	0.16673	15.12000	0.94000	1.49000
CENDRE	12	1.33417	0.10596	16.01000	1.18000	1.56000
AMIDON	12	67.39917	1.62930	808.79000	64.39000	69.49000

Coefficients de corrélation de Pearson, N = 12
Prob > |r| under H0: Rho=0

	ZONE	MATSECHE	PROTEINE	LIPIDE	FIBRE	CENDRE	AMIDON
ZONE	1.00000	0.50136	0.51745	0.03559	-0.08352	0.81325	-0.43645
		0.0968	0.0849	0.9126	0.7964	0.0013	0.1560
MATSECHE	0.50136	1.00000	0.40193	0.44845	-0.32310	0.53185	-0.35327
	0.0968		0.1953	0.1437	0.3057	0.0751	0.2600
PROTEINE	0.51745	0.40193	1.00000	0.08791	-0.25921	0.46107	-0.96576
	0.0849	0.1953		0.7859	0.4159	0.1314	<.0001
LIPIDE	0.03559	0.44845	0.08791	1.00000	0.03249	0.41151	-0.14299
	0.9126	0.1437	0.7859		0.9202	0.1838	0.6575
FIBRE	-0.08352	-0.32310	-0.25921	0.03249	1.00000	0.13997	0.26578
	0.7964	0.3057	0.4159	0.9202		0.6644	0.4038
CENDRE	0.81325	0.53185	0.46107	0.41151	0.13997	1.00000	-0.41694
	0.0013	0.0751	0.1314	0.1838	0.6644		0.1775
AMIDON	-0.43645	-0.35327	-0.96576	-0.14299	0.26578	-0.41694	1.00000
	0.1560	0.2600	<.0001	0.6575	0.4038	0.1775	

Le Système SAS 11:55 Thursday, March 19, 2015 86

The GLM Procedure

Informations sur le niveau de classe

Classe	Niveaux	Valeurs
ZONE	2	1 2
VARIETE	5	Chickenc S00TLYQH S03TLYQH S05TLYQH S07TLYNH

Number of Observations Read 12
 Number of Observations Used 12

Le Système SAS 11:55 Thursday, March 19, 2015 87

The GLM Procedure

Dependent Variable: MATSECHE

Source	DF	Somme des carrés	Valeur Carré moyen	F	Pr > F
Model	5	1.07042500	0.21408500	2.47	0.1506
Error	6	0.51960000	0.08660000		
Corrected Total	11	1.59002500			

R-carré	Coeff Var	Racine MSE	MATSECHE Moyenne
0.673213	0.321572	0.294279	91.51250

Source	DF	Type I SS	Valeur Carré moyen	F	Pr > F
ZONE	1	0.39967500	0.39967500	4.62	0.0753
VARIETE	4	0.67075000	0.16768750	1.94	0.2238

Source	DF	Type III SS	Valeur Carré moyen	F	Pr > F
ZONE	1	0.39967500	0.39967500	4.62	0.0753
VARIETE	4	0.67075000	0.16768750	1.94	0.2238

Le Système SAS 11:55 Thursday, March 19, 2015 88

The GLM Procedure

Dependent Variable: PROTEINE

Source	DF	Somme des carrés	Valeur Carré moyen	F	Pr > F
Model	5	10.61725833	2.12345167	16.44	0.0019
Error	6	0.77476667	0.12912778		
Corrected Total	11	11.39202500			

R-carré	Coeff Var	Racine MSE	PROTEINE Moyenne
0.931990	3.408523	0.359344	10.54250

Source	DF	Type I SS	Valeur Carré moyen	F	Pr > F
ZONE	1	3.05020833	3.05020833	23.62	0.0028
VARIETE	4	7.56705000	1.89176250	14.65	0.0030

Source	DF	Type III SS	Valeur Carré moyen	F	Pr > F
ZONE	1	3.05020833	3.05020833	23.62	0.0028
VARIETE	4	7.56705000	1.89176250	14.65	0.0030

The GLM Procedure

Dependent Variable: LIPIDE

Source	DF	Somme des carrés	Valeur Carré moyen	F	Pr > F
Model	5	0.43800000	0.08760000	0.62	0.6935
Error	6	0.85156667	0.14192778		
Corrected Total	11	1.28956667			

R-carré	Coeff Var	Racine MSE	LIPIDE Moyenne
0.339649	7.370063	0.376733	5.111667

Source	DF	Type I SS	Valeur Carré moyen	F	Pr > F
ZONE	1	0.00163333	0.00163333	0.01	0.9181
VARIETE	4	0.43636667	0.10909167	0.77	0.5829

Source	DF	Type III SS	Valeur Carré moyen	F	Pr > F
ZONE	1	0.00163333	0.00163333	0.01	0.9181
VARIETE	4	0.43636667	0.10909167	0.77	0.5829

The GLM Procedure

Dependent Variable: FIBRE

Source	DF	Somme des carrés	Valeur Carré moyen	F	Pr > F
Model	5	0.13153333	0.02630667	0.91	0.5334
Error	6	0.17426667	0.02904444		
Corrected Total	11	0.30580000			

R-carré	Coeff Var	Racine MSE	FIBRE Moyenne
0.430129	13.52574	0.170424	1.260000

Source	DF	Type I SS	Valeur Carré moyen	F	Pr > F
ZONE	1	0.00213333	0.00213333	0.07	0.7955
VARIETE	4	0.12940000	0.03235000	1.11	0.4306

Source	DF	Type III SS	Valeur Carré moyen	F	Pr > F
ZONE	1	0.00213333	0.00213333	0.07	0.7955
VARIETE	4	0.12940000	0.03235000	1.11	0.4306

The GLM Procedure

Dependent Variable: CENDRE

Source	DF	Somme des carrés	Valeur Carré moyen	F	Pr > F
Model	5	0.09911667	0.01982333	4.88	0.0397

Error 6 0.02437500 0.00406250

Corrected Total 11 0.12349167

R-carré Coeff Var Racine MSE CENDRE Moyenne
0.802618 4.777345 0.063738 1.334167

Source	DF	Type I SS	Valeur		F	Pr > F
			Carré moyen	Carré moyen		
ZONE	1	0.08167500	0.08167500	20.10	0.0042	
VARIETE	4	0.01744167	0.00436042	1.07	0.4459	

Source	DF	Type III SS	Valeur		F	Pr > F
			Carré moyen	Carré moyen		
ZONE	1	0.08167500	0.08167500	20.10	0.0042	
VARIETE	4	0.01744167	0.00436042	1.07	0.4459	

Le Système SAS 11:55 Thursday, March 19, 2015 92

The GLM Procedure

Dependent Variable: AMIDON

Source	DF	Somme des carrés		Valeur	
		Carré moyen	Carré moyen	F	Pr > F
Model	5	25.30842500	5.06168500	7.80	0.0133
Error	6	3.89226667	0.64871111		
Corrected Total	11	29.20069167			

R-carré Coeff Var Racine MSE AMIDON Moyenne
0.866706 1.195009 0.805426 67.39917

Source	DF	Type I SS	Valeur		F	Pr > F
			Carré moyen	Carré moyen		
ZONE	1	5.56240833	5.56240833	8.57	0.0263	
VARIETE	4	19.74601667	4.93650417	7.61	0.0157	

Source	DF	Type III SS	Valeur		F	Pr > F
			Carré moyen	Carré moyen		
ZONE	1	5.56240833	5.56240833	8.57	0.0263	
VARIETE	4	19.74601667	4.93650417	7.61	0.0157	

Le Système SAS 11:55 Thursday, March 19, 2015 93

The GLM Procedure

Test t de Waller-Duncan K-ratio pour MATSECHE

NOTE: Ce test minimise le risque de Bayes sous l'hypothèse de perte additive et certaines autres hypothèses.
ERREUR: Doit avoir au moins 3 cellules pour WALLER.

Le Système SAS 11:55 Thursday, March 19, 2015 94

The GLM Procedure

Test t de Waller-Duncan K-ratio pour PROTEINE

NOTE: Ce test minimise le risque de Bayes sous l'hypothèse de perte additive et certaines autres hypothèses.
ERREUR: Doit avoir au moins 3 cellules pour WALLER.

Le Système SAS 11:55 Thursday, March 19, 2015 95

The GLM Procedure

Test t de Waller-Duncan K-ratio pour LIPIDE

NOTE: Ce test minimise le risque de Bayes sous l'hypothèse de perte additive et certaines autres hypothèses.
 ERREUR: Doit avoir au moins 3 cellules pour WALLER.

Le Système SAS 11:55 Thursday, March 19, 2015 96

The GLM Procedure

Test t de Waller-Duncan K-ratio pour FIBRE

NOTE: Ce test minimise le risque de Bayes sous l'hypothèse de perte additive et certaines autres hypothèses.
 ERREUR: Doit avoir au moins 3 cellules pour WALLER.

Le Système SAS 11:55 Thursday, March 19, 2015 97

The GLM Procedure

Test t de Waller-Duncan K-ratio pour CENDRE

NOTE: Ce test minimise le risque de Bayes sous l'hypothèse de perte additive et certaines autres hypothèses.
 ERREUR: Doit avoir au moins 3 cellules pour WALLER.

Le Système SAS 11:55 Thursday, March 19, 2015 98

The GLM Procedure

Test t de Waller-Duncan K-ratio pour AMIDON

NOTE: Ce test minimise le risque de Bayes sous l'hypothèse de perte additive et certaines autres hypothèses.
 ERREUR: Doit avoir au moins 3 cellules pour WALLER.

Le Système SAS 11:55 Thursday, March 19, 2015 99

The GLM Procedure

Test t de Waller-Duncan K-ratio pour MATSECHE

NOTE: Ce test minimise le risque de Bayes sous l'hypothèse de perte additive et certaines autres hypothèses.

Kratio	100
Erreur Degrés de Liberté	6
Erreur du Carré Moyen	0.0866
Valeur F	1.94
Valeur critique de t	2.74776
Différence significative minimale	0.7671
Moyenne harmonique des tailles de cellules	2.222222

NOTE: Tailles des cellules inégales.

Les moyennes avec la même lettre ne sont pas très différentes.

Waller Groupement	Moyenne	Nb	VARIETE
-------------------	---------	----	---------

A	91.9400	2	S05TLYQH
A			
A	91.7300	2	Chickenc
A			
A	91.3625	4	S07TLYNH
A			
A	91.3600	2	S03TLYQH
A			
A	91.3200	2	S00TLYQH

Le Système SAS 11:55 Thursday, March 19, 2015 100

The GLM Procedure

Test t de Waller-Duncan K-ratio pour PROTEINE

NOTE: Ce test minimise le risque de Bayes sous l'hypothèse de perte additive et certaines autres hypothèses.

Kratio	100
Erreur Degrés de Liberté	6
Erreur du Carré Moyen	0.129128
Valeur F	14.65
Valeur critique de t	2.45013

Différence significative minimale 0.8353
Moyenne harmonique des tailles de cellules 2.222222

NOTE: Tailles des cellules inégales.

Les moyennes avec la même lettre ne sont pas très différentes.

Waller Groupement	Moyenne	Nb	VARIETE
A	12.2800	2	Chickenc
B	10.3775	4	S07TLYNH
B			
B	10.1950	2	S00TLYQH
B			
B	10.1300	2	S03TLYQH
B			
B	9.8950	2	S05TLYQH

Le Système SAS 11:55 Thursday, March 19, 2015 101

The GLM Procedure

Test t de Waller-Duncan K-ratio pour LIPIDE

NOTE: Ce test minimise le risque de Bayes sous l'hypothèse de perte additive et certaines autres hypothèses.

Kratio	100
Erreur Degrés de Liberté	6
Erreur du Carré Moyen	0.141928
Valeur F	0.77
Valeur critique de t	2.86549
Différence significative minimale	1.0241
Moyenne harmonique des tailles de cellules	2.222222

NOTE: Tailles des cellules inégales.

Les moyennes avec la même lettre ne sont pas très différentes.

Waller Groupement	Moyenne	Nb	VARIETE
A	5.3950	2	S05TLYQH
A			
A	5.2100	2	S00TLYQH
A			
A	5.1550	2	Chickenc
A			
A	5.0750	4	S07TLYNH
A			
A	4.7600	2	S03TLYQH

Le Système SAS 11:55 Thursday, March 19, 2015 102

The GLM Procedure

Test t de Waller-Duncan K-ratio pour FIBRE

NOTE: Ce test minimise le risque de Bayes sous l'hypothèse de perte additive et certaines autres hypothèses.

Kratio	100
Erreur Degrés de Liberté	6
Erreur du Carré Moyen	0.029044
Valeur F	1.11
Valeur critique de t	2.82445
Différence significative minimale	0.4567
Moyenne harmonique des tailles de cellules	2.222222

NOTE: Tailles des cellules inégales.

Les moyennes avec la même lettre ne sont pas très différentes.

Waller Groupement	Moyenne	Nb	VARIETE
-------------------	---------	----	---------

```

A 1.4050 2 S00TLYQH
A
A 1.3800 2 S03TLYQH
A
A 1.2250 4 S07TLYNH
A
A 1.2250 2 S05TLYQH
A
A 1.1000 2 Chickenc

```

Le Système SAS 11:55 Thursday, March 19, 2015 103

The GLM Procedure

Test t de Waller-Duncan K-ratio pour CENDRE

NOTE: Ce test minimise le risque de Bayes sous l'hypothèse de perte additive et certaines autres hypothèses.

```

Kratio 100
Erreur Degrés de Liberté 6
Erreur du Carré Moyen 0.004063
Valeur F 1.07
Valeur critique de t 2.82894
Différence significative minimale 0.1711
Moyenne harmonique des tailles de cellules 2.222222

```

NOTE: Tailles des cellules inégales.

Les moyennes avec la même lettre ne sont pas très différentes.

```

Waller Groupement Moyenne Nb VARIETE
A 1.36000 4 S07TLYNH
A
A 1.36000 2 S05TLYQH
A
A 1.35000 2 S00TLYQH
A
A 1.32000 2 Chickenc
A
A 1.25500 2 S03TLYQH

```

Le Système SAS 11:55 Thursday, March 19, 2015 104

The GLM Procedure

Test t de Waller-Duncan K-ratio pour AMIDON

NOTE: Ce test minimise le risque de Bayes sous l'hypothèse de perte additive et certaines autres hypothèses.

```

Kratio 100
Erreur Degrés de Liberté 6
Erreur du Carré Moyen 0.648711
Valeur F 7.61
Valeur critique de t 2.52987
Différence significative minimale 1.9331
Moyenne harmonique des tailles de cellules 2.222222

```

NOTE: Tailles des cellules inégales.

Les moyennes avec la même lettre ne sont pas très différentes.

```

Waller Groupement Moyenne Nb VARIETE
A 68.5650 2 S05TLYQH
A
A 68.3350 2 S00TLYQH
A
A 68.0150 2 S03TLYQH
A
A 67.3875 4 S07TLYNH
B 64.7050 2 Chickenc

```

The GLM Procedure

Niveau de ZONE	Nb	-----MATSECHE-----		-----PROTEINE-----		-----LIPIDE-----		-----FIBRE-----	
		Moyenne	Écart-type	Moyenne	Écart-type	Moyenne	Écart-type	Moyenne	Écart-type
1	6	91.3300000	0.38982047	10.0383333	1.04077695	5.10000000	0.46763233	1.27333333	0.14760307
2	6	91.6950000	0.29344505	11.0466667	0.76494880	5.12333333	0.19724773	1.24666667	0.19734910

Niveau de ZONE	Nb	-----CENDRE-----		-----AMIDON-----	
		Moyenne	Écart-type	Moyenne	Écart-type
1	6	1.25166667	0.04400758	68.0800000	1.55856344
2	6	1.41666667	0.08016649	66.7183333	1.51609257

Niveau de VARIETE	Nb	-----MATSECHE-----		-----PROTEINE-----		-----LIPIDE-----		-----FIBRE-----	
		Moyenne	Écart-type	Moyenne	Écart-type	Moyenne	Écart-type	Moyenne	Écart-type
Chickenc	2	91.7300000	0.49497475	12.2800000	0.18384776	5.15500000	0.06363961	1.10000000	0.22627417
S00TLYQH	2	91.3200000	0.04242641	10.1950000	1.06773124	5.21000000	0.38183766	1.40500000	0.00707107
S03TLYQH	2	91.3600000	0.09899495	10.1300000	0.60811183	4.76000000	0.31112698	1.38000000	0.12727922
S05TLYQH	2	91.9400000	0.04242641	9.8950000	0.50204581	5.39500000	0.53033009	1.22500000	0.02121320
S07TLYNH	4	91.3625000	0.46935239	10.3775000	0.82245061	5.07500000	0.32929217	1.22500000	0.19017536

Niveau de VARIETE	Nb	-----CENDRE-----		-----AMIDON-----	
		Moyenne	Écart-type	Moyenne	Écart-type
Chickenc	2	1.32000000	0.05656854	64.7050000	0.44547727
S00TLYQH	2	1.35000000	0.07071068	68.3350000	1.63341666
S03TLYQH	2	1.25500000	0.10606602	68.0150000	1.03944697
S05TLYQH	2	1.36000000	0.11313708	68.5650000	0.16263456
S07TLYNH	4	1.36000000	0.15684387	67.3875000	1.35169955

ANNEXE 4

Analyse de variance réalisée sur les résultats obtenus pour les teneurs en acides aminés des variétés de maïs.

Le Système SAS 11:55

Thursday, March 19, 2015 1

Obs	PROJET	ANNEE	ESP	VARIETE	REP	HIS	SER	ARG	GLY	ASP	GLU	THR	ALA	PRO	CYS	LYS	TYR	MET	VAL
ILE	LEU	PHE																	
1	460	2015	QPM	1	1	0.278	0.433	0.479	0.414	0.612	1.284	0.327	0.547	0.829	0.156	0.318	0.272	0.142	0.307
0.179	0.699	0.270																	
2	460	2015	QPM	1	2	0.283	0.426	0.481	0.415	0.624	1.305	0.345	0.526	0.822	0.149	0.315	0.272	0.146	0.346
0.208	0.749	0.285																	
3	460	2015	QPM	2	1	0.237	0.495	0.387	0.342	0.563	1.516	0.316	0.621	0.763	0.114	0.237	0.318	0.207	0.306
0.206	0.982	0.338																	
4	460	2015	QPM	2	2	0.231	0.498	0.382	0.344	0.607	1.734	0.335	0.716	0.877	0.125	0.233	0.360	0.234	0.326
0.229	1.168	0.392																	
5	460	2015	QPM	3	1	0.246	0.562	0.384	0.372	0.606	1.575	0.330	0.680	0.820	0.121	0.257	0.332	0.211	0.306
0.207	1.008	0.354																	
6	460	2015	QPM	3	2	0.197	0.443	0.339	0.315	0.536	1.454	0.294	0.609	0.726	0.098	0.218	0.301	0.190	0.293
0.207	0.987	0.334																	
7	460	2015	QPM	4	1	0.263	0.487	0.460	0.384	0.623	1.586	0.330	0.639	0.852	0.148	0.276	0.323	0.185	0.312
0.203	0.975	0.355																	
8	460	2015	QPM	4	2	0.290	0.516	0.482	0.404	0.622	1.474	0.349	0.601	0.836	0.136	0.295	0.302	0.172	0.351
0.225	0.887	0.327																	
9	460	2015	QPM	5	1	0.287	0.509	0.473	0.391	0.617	1.686	0.354	0.670	0.912	0.135	0.288	0.346	0.188	0.393
0.255	1.072	0.385																	
10	460	2015	QPM	5	2	0.298	0.554	0.523	0.420	0.690	1.832	0.382	0.749	0.939	0.139	0.314	0.365	0.193	0.415
0.278	1.165	0.417																	
11	460	2015	QPM	6	1	0.300	0.513	0.530	0.429	0.683	1.660	0.371	0.661	0.931	0.162	0.328	0.335	0.183	0.370
0.229	0.989	0.363																	
12	460	2015	QPM	6	2	0.297	0.507	0.510	0.417	0.662	1.656	0.373	0.663	0.920	0.147	0.314	0.334	0.189	0.382
0.240	1.021	0.370																	
13	460	2015	QPM	7	1	0.249	0.426	0.442	0.506	0.603	1.307	0.307	0.490	0.762	0.142	0.290	0.259	0.125	0.287
0.170	0.722	0.278																	
14	460	2015	QPM	7	2	0.259	0.414	0.439	0.365	0.591	1.356	0.310	0.500	0.765	0.128	0.282	0.274	0.140	0.329
0.206	0.786	0.297																	
15	460	2015	QPM	8	1	0.248	0.554	0.409	0.350	0.699	2.031	0.362	0.804	0.970	0.109	0.248	0.406	0.205	0.397
0.287	1.420	0.481																	
16	460	2015	QPM	8	2	0.250	0.570	0.401	0.347	0.703	2.048	0.356	0.809	0.991	0.120	0.234	0.401	0.197	0.357
0.257	1.443	0.477																	
17	460	2015	QPM	9	1	0.308	0.478	0.552	0.434	0.765	1.582	0.384	0.587	0.934	0.161	0.355	0.324	0.154	0.367
0.230	0.921	0.348																	
18	460	2015	QPM	9	2	0.379	0.511	0.627	0.471	0.830	1.737	0.408	0.631	1.003	0.131	0.412	0.339	0.009	0.514
0.320	0.991	0.386																	
19	460	2015	QPM	10	1	0.224	0.471	0.405	0.337	0.626	1.650	0.333	0.647	0.846	0.109	0.256	0.335	0.182	0.327
0.228	1.114	0.385																	
20	460	2015	QPM	10	2	0.233	0.497	0.416	0.338	0.631	1.771	0.352	0.688	0.888	0.108	0.252	0.365	0.208	0.349
0.249	1.207	0.414																	
21	460	2015	QPM	11	1	0.272	0.444	0.475	0.396	0.670	1.467	0.307	0.532	0.875	0.160	0.302	0.280	0.152	0.307
0.174	0.795	0.301																	
22	460	2015	QPM	11	2	0.289	0.405	0.491	0.389	0.643	1.406	0.341	0.500	0.837	0.139	0.313	0.274	0.145	0.374
0.219	0.775	0.297																	
23	460	2015	QPM	12	1	0.292	0.457	0.551	0.427	0.697	1.475	0.341	0.554	0.852	0.159	0.337	0.287	0.150	0.343
0.198	0.797	0.316																	
24	460	2015	QPM	12	2	0.305	0.473	0.516	0.406	0.680	1.616	0.344	0.580	0.946	0.170	0.305	0.310	0.166	0.337
0.205	0.907	0.337																	
25	460	2015	QPM	13	1	0.229	0.495	0.371	0.308	0.598	1.779	0.326	0.700	0.901	0.108	0.220	0.362	0.205	0.344
0.242	1.239	0.416																	
26	460	2015	QPM	13	2	0.239	0.522	0.426	0.346	0.656	1.888	0.352	0.744	0.940	0.110	0.254	0.384	0.217	0.382
0.268	1.315	0.447																	
27	460	2015	QPM	14	1	0.243	0.583	0.417	0.360	0.687	2.047	0.355	0.813	1.043	0.139	0.246	0.397	0.200	0.318
0.214	1.359	0.451																	
28	460	2015	QPM	14	2	0.283	0.599	0.502	0.387	0.753	2.209	0.411	0.860	1.089	0.112	0.298	0.440	0.222	0.457
0.333	1.536	0.522																	
29	460	2015	QPM	15	1	0.261	0.457	0.479	0.371	0.625	1.513	0.350	0.582	0.846	0.133	0.299	0.309	0.151	0.332
0.204	0.898	0.334																	
30	460	2015	QPM	15	2	0.259	0.489	0.515	0.409	0.687	1.663	0.372	0.638	0.919	0.137	0.318	0.328	0.170	0.375
0.244	1.017	0.376																	

Le Système SAS 11:55 Thursday, March 19, 2015 2

La procédure CORR

21	Variables :	PROJET	ANNEE	VARIETE	REP	HIS	SER	ARG	GLY	
ASP	GLU	THR	ALA	PRO	TYR	MET	VAL	ILE	LEU	PHE

Statistiques simples

Variable	Nb	Moyenne	Écart-type	Somme	Minimum
----------	----	---------	------------	-------	---------

Maximum

460.00000	PROJET	30	460.00000	0	13800	460.00000
2015	ANNEE	30	2015	0	60450	2015
15.00000	VARIETE	30	8.00000	4.39435	240.00000	1.00000
2.00000	REP	30	1.50000	0.50855	45.00000	1.00000
0.37900	HIS	30	0.26763	0.03514	8.02900	0.19700
0.59900	SER	30	0.49293	0.05095	14.78800	0.40500
0.62700	ARG	30	0.46213	0.06469	13.86400	0.33900
0.50600	GLY	30	0.38647	0.04475	11.59400	0.30800
0.83000	ASP	30	0.65297	0.06141	19.58900	0.53600
2.20900	GLU	30	1.64357	0.23577	49.30700	1.28400
0.41100	THR	30	0.34723	0.02813	10.41700	0.29400
0.86000	ALA	30	0.64470	0.09933	19.34100	0.49000
1.08900	PRO	30	0.88780	0.08457	26.63400	0.72600
0.17000	CYS	30	0.13350	0.01963	4.00500	0.09800
0.41200	LYS	30	0.28713	0.04361	8.61400	0.21800
0.44000	TYR	30	0.33113	0.04554	9.93400	0.25900
0.23400	MET	30	0.17460	0.04206	5.23800	0.00900
0.51400	VAL	30	0.35343	0.04901	10.60300	0.28700
0.33300	ILE	30	0.23047	0.03866	6.91400	0.17000
1.53600	LEU	30	1.03147	0.22611	30.94400	0.69900
0.52200	PHE	30	0.36843	0.06389	11.05300	0.27000

Le Système SAS

11:55 Thursday, March 19, 2015 3

La procédure CORR

Coefficients de corrélation de Pearson, N =

30

Prob > |r| under H0: Rho=0

	PROJET THR	ANNEE	VARIETE	REP	HIS	SER	ARG	GLY	ASP
PROJET	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.
.
ANNEE	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.
.
VARIETE	.	.	1.00000	0.00000	0.04221	0.14077	0.21568	-0.06102	0.44505
0.41237	0.31436	.	.	1.0000	0.8247	0.4581	0.2524	0.7487	0.0137
0.0235	0.0907	.	.	.	.	.	.	.	.
REP	.	.	0.00000	1.00000	0.14956	0.03993	0.12369	-0.03637	0.13305
0.14250	0.27839	.	1.0000	.	0.4302	0.8341	0.5149	0.8487	0.4834
0.4525	0.1363	.	.	.	.	.	.	.	.
HIS	.	.	0.04221	0.14956	1.00000	0.01079	0.93365	0.74340	0.70931
-0.06690	0.63206	.	0.8247	0.4302	.	0.9549	<.0001	<.0001	<.0001
0.7254	0.0002	.	.	.	.	.	.	.	.

SER	.	.	0.14077	0.03993	0.01079	1.00000	-0.07417	-0.19780	0.41682
0.87767	0.58156	.	0.4581	0.8341	0.9549		0.6969	0.2948	0.0219
<.0001	0.0007	.							
ARG	.	.	0.21568	0.12369	0.93365	-0.07417	1.00000	0.78368	0.72723
-0.09696	0.64620	.	0.2524	0.5149	<.0001	0.6969		<.0001	<.0001
0.6102	0.0001	.							
GLY	.	.	-0.06102	-0.03637	0.74340	-0.19780	0.78368	1.00000	0.45906
-0.33401	0.32798	.	0.7487	0.8487	<.0001	0.2948	<.0001		0.0107
0.0712	0.0768	.							
ASP	.	.	0.44505	0.13305	0.70931	0.41682	0.72723	0.45906	1.00000
0.49716	0.83731	.	0.0137	0.4834	<.0001	0.0219	<.0001	0.0107	
0.0052	<.0001	.							
GLU	.	.	0.41237	0.14250	-0.06690	0.87767	-0.09696	-0.33401	0.49716
1.00000	0.59887	.	0.0235	0.4525	0.7254	<.0001	0.6102	0.0712	0.0052
0.0005	.	.							
THR	.	.	0.31436	0.27839	0.63206	0.58156	0.64620	0.32798	0.83731
0.59887	1.00000	.	0.0907	0.1363	0.0002	0.0007	0.0001	0.0768	<.0001
0.0005	.	.							
ALA	.	.	0.19632	0.09796	-0.19855	0.92453	-0.24834	-0.41853	0.31726
0.95494	0.50483	.	0.2985	0.6066	0.2929	<.0001	0.1857	0.0213	0.0876
<.0001	0.0044	.							
PRO	.	.	0.50330	0.14513	0.38044	0.73407	0.36271	0.06415	0.79897
0.84913	0.81238	.	0.0046	0.4442	0.0381	<.0001	0.0488	0.7363	<.0001
<.0001	<.0001	.							

Thursday, March 19, 2015 4

Le Système SAS

11:55

La procédure CORR

Coefficients de corrélation de Pearson, N = 30
 Prob > |r| under H0: Rho=0

LEU	PHE	ALA	PRO	CYS	LYS	TYR	MET	VAL	ILE
PROJET	.	.	.	.	.	.	.	.	.
ANNEE	.	.	.	.	.	.	.	.	.
VARIETE	0.19632	0.50330	-0.03397	0.10382	0.30651	-0.04851	0.26754	0.25351	
0.30981	0.36614								
0.0957	0.2985	0.0046	0.8586	0.5851	0.0995	0.7991	0.1529	0.1765	
	0.0466								
REP	0.09796	0.14513	-0.18476	0.07774	0.12208	-0.03386	0.39499	0.40513	
0.14454	0.16079								
0.4460	0.6066	0.4442	0.3284	0.6830	0.5204	0.8590	0.0308	0.0264	
	0.3960								
HIS	-0.19855	0.38044	0.62167	0.91743	-0.14145	-0.66923	0.65894	0.29722	-
0.28385	-0.14672								
0.1285	0.2929	0.0381	0.0002	<.0001	0.4559	<.0001	<.0001	0.1107	
	0.4391								
SER	0.92453	0.73407	-0.31372	-0.20893	0.89167	0.46241	0.42989	0.65821	
0.84334	0.86141								
<.0001	<.0001	<.0001	0.0914	0.2679	<.0001	0.0101	0.0177	<.0001	
	<.0001								
ARG	-0.24834	0.36271	0.67360	0.96737	-0.18259	-0.64478	0.60895	0.23982	-
0.32192	-0.17351								
0.0828	0.1857	0.0488	<.0001	<.0001	0.3342	0.0001	0.0004	0.2018	
	0.3592								
GLY	-0.41853	0.06415	0.69978	0.82997	-0.40693	-0.65934	0.27552	-0.07228	-
0.51053	-0.40161								
0.0039	0.0213	0.7363	<.0001	<.0001	0.0256	<.0001	0.1406	0.7043	
	0.0278								
ASP	0.31726	0.79897	0.28905	0.65222	0.40198	-0.38579	0.76574	0.61177	
0.29114	0.42099								
0.1185	0.0876	<.0001	0.1213	<.0001	0.0277	0.0352	<.0001	0.0003	
	0.0205								

GLU	0.95494	0.84913	-0.41277	-0.26171	0.98238	0.44839	0.51939	0.76861
0.96567	0.98685	<.0001	0.0234	0.1624	<.0001	0.0130	0.0033	<.0001
<.0001	<.0001							
THR	0.50483	0.81238	0.09911	0.54107	0.57177	-0.12562	0.87338	0.79934
0.44640	0.56557	<.0001	0.6023	0.0020	0.0010	0.5083	<.0001	<.0001
0.0134	0.0044							
	0.0011							
ALA	1.00000	0.72999	-0.48576	-0.39329	0.97960	0.58706	0.39558	0.70051
0.96868	0.96299	<.0001	0.0065	0.0315	<.0001	0.0006	0.0305	<.0001
<.0001	<.0001							
PRO	0.72999	1.00000	0.04147	0.20783	0.78401	0.09780	0.68687	0.72345
0.70202	0.78094		0.8277	0.2704	<.0001	0.6072	<.0001	<.0001
<.0001	<.0001							

Thursday, March 19, 2015 5

Le Système SAS

11:55

La procédure CORR

Coefficients de corrélation de Pearson, N = 30
Prob > |r| under H0: Rho=0

GLU	PROJET THR	ANNEE	VARIETE	REP	HIS	SER	ARG	GLY	ASP
CYS	.	.	-0.03397	-0.18476	0.62167	-0.31372	0.67360	0.69978	0.28905
-0.41277	0.09911		0.8586	0.3284	0.0002	0.0914	<.0001	<.0001	0.1213
0.0234	0.6023								
LYS	.	.	0.10382	0.07774	0.91743	-0.20893	0.96737	0.82997	0.65222
-0.26171	0.54107		0.5851	0.6830	<.0001	0.2679	<.0001	<.0001	<.0001
0.1624	0.0020								
TYR	.	.	0.30651	0.12208	-0.14145	0.89167	-0.18259	-0.40693	0.40198
0.98238	0.57177		0.0995	0.5204	0.4559	<.0001	0.3342	0.0256	0.0277
<.0001	0.0010								
MET	.	.	-0.04851	-0.03386	-0.66923	0.46241	-0.64478	-0.65934	-0.38579
0.44839	-0.12562		0.7991	0.8590	<.0001	0.0101	0.0001	<.0001	0.0352
0.0130	0.5083								
VAL	.	.	0.26754	0.39499	0.65894	0.42989	0.60895	0.27552	0.76574
0.51939	0.87338		0.1529	0.0308	<.0001	0.0177	0.0004	0.1406	<.0001
0.0033	<.0001								
ILE	.	.	0.25351	0.40513	0.29722	0.65821	0.23982	-0.07228	0.61177
0.76861	0.79934		0.1765	0.0264	0.1107	<.0001	0.2018	0.7043	0.0003
<.0001	<.0001								
LEU	.	.	0.30981	0.14454	-0.28385	0.84334	-0.32192	-0.51053	0.29114
0.96567	0.44640		0.0957	0.4460	0.1285	<.0001	0.0828	0.0039	0.1185
<.0001	0.0134								
PHE	.	.	0.36614	0.16079	-0.14672	0.86141	-0.17351	-0.40161	0.42099
0.98685	0.56557		0.0466	0.3960	0.4391	<.0001	0.3592	0.0278	0.0205
<.0001	0.0011								

Coefficients de corrélation de Pearson, N = 30
Prob > |r| under H0: Rho=0

LEU	ALA PHE	PRO	CYS	LYS	TYR	MET	VAL	ILE
CYS	-0.48576	0.04147	1.00000	0.66302	-0.49494	-0.39414	-0.07803	-0.42773
0.59725	-0.52650							
0.0005	0.0065	0.8277	<.0001	0.0054	0.0312	0.6819	0.0184	
	0.0028							
LYS	-0.39329	0.20783	0.66302	1.00000	-0.33324	-0.75972	0.53406	0.13803
0.46705	-0.32719							
0.0093	0.0315	0.2704	<.0001	0.0719	<.0001	0.0024	0.4670	
	0.0776							
TYR	0.97960	0.78401	-0.49494	-0.33324	1.00000	0.52977	0.48214	0.77086
0.98248	0.99053							
<.0001	<.0001	<.0001	0.0054	0.0719		0.0026	0.0070	<.0001
	<.0001							
MET	0.58706	0.09780	-0.39414	-0.75972	0.52977	1.00000	-0.29775	0.05946
0.58036	0.48912							

0.0008 0.0006 0.6072 0.0312 <.0001 0.0026 0.1100 0.7550
 0.0061

Le Système SAS

11:55

Thursday, March 19, 2015 6

La procédure CORR

Coefficients de corrélation de Pearson, N = 30
 Prob > |r| under H0: Rho=0

LEU	ALA	PRO	CYS	LYS	TYR	MET	VAL	ILE
	PHE							
VAL	0.39558	0.68687	-0.07803	0.53406	0.48214	-0.29775	1.00000	0.89679
0.38890	0.51055							
	0.0305	<.0001	0.6819	0.0024	0.0070	0.1100		<.0001
0.0337	0.0039							
ILE	0.70051	0.72345	-0.42773	0.13803	0.77086	0.05946	0.89679	1.00000
0.72017	0.79580							
	<.0001	<.0001	0.0184	0.4670	<.0001	0.7550	<.0001	
<.0001	<.0001							
LEU	0.96868	0.70202	-0.59725	-0.46705	0.98248	0.58036	0.38890	0.72017
1.00000	0.98699							
	<.0001	<.0001	0.0005	0.0093	<.0001	0.0008	0.0337	<.0001
<.0001								
PHE	0.96299	0.78094	-0.52650	-0.32719	0.99053	0.48912	0.51055	0.79580
0.98699	1.00000							
	<.0001	<.0001	0.0028	0.0776	<.0001	0.0061	0.0039	<.0001
<.0001								

Le Système SAS

11:55 Thursday, March 19, 2015 7

The GLM Procedure

Informations sur le niveau de classe

Classe	Niveaux	Valeurs
REP	2	1 2
VARIETE	15	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11

12 13 14 15

Number of Observations Read 30
 Number of Observations Used 30

Le Système SAS

11:55 Thursday, March 19, 2015 8

The GLM Procedure

Dependent Variable: HIS

Valeur	F	Pr > F	Source	DF	Somme des carrés	Carré
			Model	15	0.03124930	
0.00208329	6.40	0.0006	Error	14	0.00455367	
0.00032526			Corrected Total	29	0.03580297	

Moyenne	R-carré	Coeff Var	Racine MSE	HIS
0.267633	0.872813	6.738704	0.018035	

Valeur	F	Pr > F	Source	DF	Type I SS	Carré
moyen						
0.00080083	2.46	0.1389	REP	1	0.00080083	
0.00217489	6.69	0.0005	VARIETE	14	0.03044847	

Valeur	F	Pr > F	Source	DF	Type III SS	Carré
moyen						
0.00080083	2.46	0.1389	REP	1	0.00080083	
0.00217489	6.69	0.0005	VARIETE	14	0.03044847	

Le Système SAS

11:55 Thursday, March 19, 2015 9

The GLM Procedure

Dependent Variable: SER

Valeur	F	Pr > F	Source	DF	Somme des carrés	Carré
moyen						
0.00425759	5.22	0.0018	Model	15	0.06386387	
0.00081543			Error	14	0.01141600	
			Corrected Total	29	0.07527987	

Moyenne	R-carré	Coeff Var	Racine MSE	SER
0.492933	0.848353	5.793017	0.028556	

Valeur	F	Pr > F	Source	DF	Type I SS	Carré
moyen						
0.00012000	0.15	0.7070	REP	1	0.00012000	
0.00455313	5.58	0.0014	VARIETE	14	0.06374387	

Valeur	F	Pr > F	Source	DF	Type III SS	Carré
moyen						
0.00012000	0.15	0.7070	REP	1	0.00012000	
0.00455313	5.58	0.0014	VARIETE	14	0.06374387	

Le Système SAS

11:55 Thursday, March 19, 2015 10

The GLM Procedure

Dependent Variable: ARG

Valeur			Source	DF	Somme des carrés	Carré		
moyen	F	Pr > F						
			Model	15	0.11107200			
0.00740480	10.08	<.0001	Error	14	0.01028547			
0.00073468			Corrected Total	29	0.12135747			
							R-carré	Coeff Var
								Racine MSE
								ARG
Moyenne								
0.462133							0.915247	5.865171
								0.027105

Valeur			Source	DF	Type I SS	Carré
moyen	F	Pr > F				
			REP	1	0.00185653	
0.00185653	2.53	0.1342	VARIETE	14	0.10921547	
0.00780110	10.62	<.0001				

Valeur			Source	DF	Type III SS	Carré
moyen	F	Pr > F				
			REP	1	0.00185653	
0.00185653	2.53	0.1342	VARIETE	14	0.10921547	
0.00780110	10.62	<.0001				

Le Système SAS

11:55 Thursday, March 19, 2015 11

The GLM Procedure

Dependent Variable: GLY

Valeur			Source	DF	Somme des carrés	Carré		
moyen	F	Pr > F						
			Model	15	0.04314527			
0.00287635	2.70	0.0355	Error	14	0.01492620			
0.00106616			Corrected Total	29	0.05807147			
							R-carré	Coeff Var
								Racine MSE
								GLY
Moyenne								

0.00193603 2.10 0.1698
 0.00675010 7.31 0.0003

14 0.09450147

Le Système SAS

11:55 Thursday, March 19, 2015 13

The GLM Procedure

Dependent Variable: GLU

Valeur			Source	DF	Somme des carrés	Carré
moyen	F	Pr > F				
			Model	15	1.53372690	
0.10224846	18.28	<.0001	Error	14	0.07829647	
0.00559260			Corrected Total	29	1.61202337	

Moyenne	R-carré	Coeff Var	Racine MSE	GLU
1.643567	0.951430	4.550087	0.074784	

Valeur			Source	DF	Type I SS	Carré
moyen	F	Pr > F				
			REP	1	0.03273603	
0.03273603	5.85	0.0297	VARIETE	14	1.50099087	
0.10721363	19.17	<.0001				

Valeur			Source	DF	Type III SS	Carré
moyen	F	Pr > F				
			REP	1	0.03273603	
0.03273603	5.85	0.0297	VARIETE	14	1.50099087	
0.10721363	19.17	<.0001				

Le Système SAS

11:55 Thursday, March 19, 2015 14

The GLM Procedure

Dependent Variable: THR

Valeur			Source	DF	Somme des carrés	Carré
moyen	F	Pr > F				
			Model	15	0.01994357	
0.00132957	6.19	0.0007	Error	14	0.00300780	
0.00021484						

			Corrected Total	29	0.02295137		
Moyenne				R-carré	Coeff Var	Racine MSE	THR
0.347233				0.868949	4.221230	0.014658	

Valeur			Source	DF	Type I SS	Carré
moyen	F	Pr > F				
			REP	1	0.00177870	
0.00177870	8.28	0.0122	VARIETE	14	0.01816487	
0.00129749	6.04	0.0009				

Valeur			Source	DF	Type III SS	Carré
moyen	F	Pr > F				
			REP	1	0.00177870	
0.00177870	8.28	0.0122	VARIETE	14	0.01816487	
0.00129749	6.04	0.0009				

11:55 Thursday, March 19, 2015 15

Le Système SAS
The GLM Procedure

Dependent Variable: ALA

Valeur			Source	DF	Somme des carrés	Carré
moyen	F	Pr > F				
			Model	15	0.27141243	
0.01809416	17.22	<.0001	Error	14	0.01471387	
0.00105099			Corrected Total	29	0.28612630	

Moyenne				R-carré	Coeff Var	Racine MSE	ALA
0.644700				0.948576	5.028538	0.032419	

Valeur			Source	DF	Type I SS	Carré
moyen	F	Pr > F				
			REP	1	0.00274563	
0.00274563	2.61	0.1283	VARIETE	14	0.26866680	
0.01919049	18.26	<.0001				

Valeur	F	Pr > F	Source	DF	Type III SS	Carré
moyen						
			REP	1	0.00274563	
0.00274563	2.61	0.1283	VARIETE	14	0.26866680	
0.01919049	18.26	<.0001				

Le Système SAS

11:55 Thursday, March 19, 2015 16

The GLM Procedure

Dependent Variable: PRO

Valeur	F	Pr > F	Source	DF	Somme des carrés	Carré
moyen						
			Model	15	0.18716093	
0.01247740	8.63	0.0001	Error	14	0.02023587	
0.00144542			Corrected Total	29	0.20739680	

Moyenne	R-carré	Coeff Var	Racine MSE	PRO
0.887800	0.902429	4.282346	0.038019	

Valeur	F	Pr > F	Source	DF	Type I SS	Carré
moyen						
			REP	1	0.00436813	
0.00436813	3.02	0.1041	VARIETE	14	0.18279280	
0.01305663	9.03	<.0001				

Valeur	F	Pr > F	Source	DF	Type III SS	Carré
moyen						
			REP	1	0.00436813	
0.00436813	3.02	0.1041	VARIETE	14	0.18279280	
0.01305663	9.03	<.0001				

Le Système SAS

11:55 Thursday, March 19, 2015 17

The GLM Procedure

Dependent Variable: CYS

Valeur	F	Pr > F	Source	DF	Somme des carrés	Carré
moyen						
			Model	15	0.00975463	

0.00065031	6.39	0.0006			
			Error	14	0.00142487
0.00010178					
			Corrected Total	29	0.01117950
				R-carré	Coeff Var
					Racine MSE
					CYS
Moyenne					
0.133500				0.872546	7.556868
					0.010088

Valeur			Source	DF	Type I SS	Carré
moyen	F	Pr > F				
			REP	1	0.00038163	
0.00038163	3.75	0.0733	VARIETE	14	0.00937300	
0.00066950	6.58	0.0006				

Valeur			Source	DF	Type III SS	Carré
moyen	F	Pr > F				
			REP	1	0.00038163	
0.00038163	3.75	0.0733	VARIETE	14	0.00937300	
0.00066950	6.58	0.0006				

Le Système SAS

11:55 Thursday, March 19, 2015 18

The GLM Procedure

Dependent Variable: LYS

Valeur			Source	DF	Somme des carrés	Carré
moyen	F	Pr > F				
			Model	15	0.04965380	
0.00331025	8.42	0.0001	Error	14	0.00550167	
0.00039298						
			Corrected Total	29	0.05515547	

				R-carré	Coeff Var	Racine MSE	LYS
Moyenne							
0.287133				0.900252	6.903980	0.019824	

Valeur			Source	DF	Type I SS	Carré
moyen	F	Pr > F				
			REP	1	0.00033333	
0.00033333	0.85	0.3727				

0.00352289	8.96		VARIETE	14	0.04932047
		0.0001			

Valeur	F	Pr > F	Source	DF	Type III SS	Carré
moyen						
			REP	1	0.00033333	
0.00033333	0.85	0.3727				
			VARIETE	14	0.04932047	
0.00352289	8.96	0.0001				

11:55 Thursday, March 19, 2015 19

Le Système SAS

The GLM Procedure

Dependent Variable: TYR

Valeur	F	Pr > F	Source	DF	Somme des carrés	Carré
moyen						
			Model	15	0.05696900	
0.00379793	16.70	<.0001				
			Error	14	0.00318447	
0.00022746						
			Corrected Total	29	0.06015347	

Moyenne	R-carré	Coeff Var	Racine MSE	TYR
0.331133	0.947061	4.554613	0.015082	

Valeur	F	Pr > F	Source	DF	Type I SS	Carré
moyen						
			REP	1	0.00089653	
0.00089653	3.94	0.0671				
			VARIETE	14	0.05607247	
0.00400518	17.61	<.0001				

Valeur	F	Pr > F	Source	DF	Type III SS	Carré
moyen						
			REP	1	0.00089653	
0.00089653	3.94	0.0671				
			VARIETE	14	0.05607247	
0.00400518	17.61	<.0001				

11:55 Thursday, March 19, 2015 20

Le Système SAS

The GLM Procedure

Dependent Variable: MET

Somme des

Valeur	F	Pr > F	Source	DF	carrés	Carré	
moyen							
0.00260000	2.96	0.0246	Model	15	0.03900000		
0.00087794			Error	14	0.01229120		
			Corrected Total	29	0.05129120		
Moyenne				R-carré	Coeff Var	Racine MSE	MET
0.174600				0.760364	16.97028	0.029630	

Valeur	F	Pr > F	Source	DF	Type I SS	Carré
moyen						
0.00005880	0.07	0.7996	REP	1	0.00005880	
0.00278151	3.17	0.0194	VARIETE	14	0.03894120	

Valeur	F	Pr > F	Source	DF	Type III SS	Carré
moyen						
0.00005880	0.07	0.7996	REP	1	0.00005880	
0.00278151	3.17	0.0194	VARIETE	14	0.03894120	

Le Système SAS

11:55 Thursday, March 19, 2015 21

The GLM Procedure

Dependent Variable: VAL

Valeur	F	Pr > F	Source	DF	Somme des carrés	Carré	
moyen							
0.00347399	2.77	0.0320	Model	15	0.05210990		
0.00125353			Error	14	0.01754947		
			Corrected Total	29	0.06965937		
Moyenne				R-carré	Coeff Var	Racine MSE	VAL
0.353433				0.748067	10.01753	0.035405	

Valeur

moyen			Source	DF	Type I SS	Carré
F	Pr	> F				
			REP	1	0.01086803	
0.01086803	8.67	0.0107	VARIETE	14	0.04124187	
0.00294585	2.35	0.0608				

Valeur			Source	DF	Type III SS	Carré
F	Pr	> F				
			REP	1	0.01086803	
0.01086803	8.67	0.0107	VARIETE	14	0.04124187	
0.00294585	2.35	0.0608				

Le Système SAS

11:55 Thursday, March 19, 2015 22

The GLM Procedure

Dependent Variable: ILE

Valeur			Source	DF	Somme des carrés	Carré
F	Pr	> F				
			Model	15	0.03458627	
0.00230575	3.68	0.0097	Error	14	0.00876120	
0.00062580			Corrected Total	29	0.04334747	

Moyenne	R-carré	Coeff Var	Racine MSE	ILE
0.230467	0.797884	10.85450	0.025016	

Valeur			Source	DF	Type I SS	Carré
F	Pr	> F				
			REP	1	0.00711480	
0.00711480	11.37	0.0046	VARIETE	14	0.02747147	
0.00196225	3.14	0.0203				

Valeur			Source	DF	Type III SS	Carré
F	Pr	> F				
			REP	1	0.00711480	
0.00711480	11.37	0.0046	VARIETE	14	0.02747147	
0.00196225	3.14	0.0203				

Le Système SAS

11:55 Thursday, March 19, 2015 23

The GLM Procedure

Dependent Variable: LEU

Valeur			Source	DF	Somme des carrés	Carré	
moyen	F	Pr > F					
			Model	15	1.44519300		
0.09634620	36.00	<.0001	Error	14	0.03747047		
0.00267646			Corrected Total	29	1.48266347		
				R-carré	Coeff Var	Racine MSE	LEU
Moyenne				0.974728	5.015628	0.051735	
1.031467							

Valeur			Source	DF	Type I SS	Carré
moyen	F	Pr > F				
			REP	1	0.03097653	
0.03097653	11.57	0.0043	VARIETE	14	1.41421647	
0.10101546	37.74	<.0001				

Valeur			Source	DF	Type III SS	Carré
moyen	F	Pr > F				
			REP	1	0.03097653	
0.03097653	11.57	0.0043	VARIETE	14	1.41421647	
0.10101546	37.74	<.0001				

Le Système SAS

11:55 Thursday, March 19, 2015 24

The GLM Procedure

Dependent Variable: PHE

Valeur			Source	DF	Somme des carrés	Carré	
moyen	F	Pr > F					
			Model	15	0.11328817		
0.00755254	20.81	<.0001	Error	14	0.00508120		
0.00036294			Corrected Total	29	0.11836937		
				R-carré	Coeff Var	Racine MSE	PHE
Moyenne				0.957073	5.170829	0.019051	

0.368433

Valeur			Source	DF	Type I SS	Carré
moyen	F	Pr > F				
			REP	1	0.00306030	
0.00306030	8.43	0.0116	VARIETE	14	0.11022787	
0.00787342	21.69	<.0001				

Valeur			Source	DF	Type III SS	Carré
moyen	F	Pr > F				
			REP	1	0.00306030	
0.00306030	8.43	0.0116	VARIETE	14	0.11022787	
0.00787342	21.69	<.0001				

Le Système SAS

11:55 Thursday, March 19, 2015 25

The GLM Procedure

Test t de Waller-Duncan K-ratio pour

HIS

NOTE: Ce test minimise le risque de Bayes sous l'hypothèse de perte additive et certaines autres hypothèses.

ERREUR: Doit avoir au moins 3 cellules pour

WALLER.

Le Système SAS

11:55 Thursday, March 19, 2015 26

The GLM Procedure

Test t de Waller-Duncan K-ratio pour

SER

NOTE: Ce test minimise le risque de Bayes sous l'hypothèse de perte additive et certaines autres hypothèses.

ERREUR: Doit avoir au moins 3 cellules pour

WALLER.

Le Système SAS

11:55 Thursday, March 19, 2015 27

The GLM Procedure

Test t de Waller-Duncan K-ratio pour

ARG

NOTE: Ce test minimise le risque de Bayes sous l'hypothèse de perte additive et certaines autres hypothèses.

ERREUR: Doit avoir au moins 3 cellules pour

WALLER.

Le Système SAS

11:55 Thursday, March 19, 2015 28

The GLM Procedure

Test t de Waller-Duncan K-ratio pour

GLY

NOTE: Ce test minimise le risque de Bayes sous l'hypothèse de perte additive et certaines autres hypothèses.
WALLER. ERREUR: Doit avoir au moins 3 cellules pour

11:55 Thursday, March 19, 2015 29

Le Système SAS

The GLM Procedure

ASP Test t de Waller-Duncan K-ratio pour

NOTE: Ce test minimise le risque de Bayes sous l'hypothèse de perte additive et certaines autres hypothèses.
WALLER. ERREUR: Doit avoir au moins 3 cellules pour

11:55 Thursday, March 19, 2015 30

Le Système SAS

The GLM Procedure

GLU Test t de Waller-Duncan K-ratio pour

NOTE: Ce test minimise le risque de Bayes sous l'hypothèse de perte additive et certaines autres hypothèses.
WALLER. ERREUR: Doit avoir au moins 3 cellules pour

11:55 Thursday, March 19, 2015 31

Le Système SAS

The GLM Procedure

THR Test t de Waller-Duncan K-ratio pour

NOTE: Ce test minimise le risque de Bayes sous l'hypothèse de perte additive et certaines autres hypothèses.
WALLER. ERREUR: Doit avoir au moins 3 cellules pour

11:55 Thursday, March 19, 2015 32

Le Système SAS

The GLM Procedure

ALA Test t de Waller-Duncan K-ratio pour

NOTE: Ce test minimise le risque de Bayes sous l'hypothèse de perte additive et certaines autres hypothèses.
WALLER. ERREUR: Doit avoir au moins 3 cellules pour

11:55 Thursday, March 19, 2015 33

Le Système SAS

The GLM Procedure

PRO Test t de Waller-Duncan K-ratio pour

NOTE: Ce test minimise le risque de Bayes sous l'hypothèse de perte additive et certaines autres hypothèses.
WALLER. ERREUR: Doit avoir au moins 3 cellules pour

Le Système SAS

11:55 Thursday, March 19, 2015 34

The GLM Procedure

Test t de Waller-Duncan K-ratio pour

CYS

NOTE: Ce test minimise le risque de Bayes sous l'hypothèse de perte additive et certaines autres hypothèses.

WALLER.

ERREUR: Doit avoir au moins 3 cellules pour

Le Système SAS

11:55 Thursday, March 19, 2015 35

The GLM Procedure

Test t de Waller-Duncan K-ratio pour

LYS

NOTE: Ce test minimise le risque de Bayes sous l'hypothèse de perte additive et certaines autres hypothèses.

WALLER.

ERREUR: Doit avoir au moins 3 cellules pour

Le Système SAS

11:55 Thursday, March 19, 2015 36

The GLM Procedure

Test t de Waller-Duncan K-ratio pour

TYR

NOTE: Ce test minimise le risque de Bayes sous l'hypothèse de perte additive et certaines autres hypothèses.

WALLER.

ERREUR: Doit avoir au moins 3 cellules pour

Le Système SAS

11:55 Thursday, March 19, 2015 37

The GLM Procedure

Test t de Waller-Duncan K-ratio pour

MET

NOTE: Ce test minimise le risque de Bayes sous l'hypothèse de perte additive et certaines autres hypothèses.

WALLER.

ERREUR: Doit avoir au moins 3 cellules pour

Le Système SAS

11:55 Thursday, March 19, 2015 38

The GLM Procedure

Test t de Waller-Duncan K-ratio pour

VAL

NOTE: Ce test minimise le risque de Bayes sous l'hypothèse de perte additive et certaines autres hypothèses.

WALLER.

ERREUR: Doit avoir au moins 3 cellules pour

Le Système SAS

11:55 Thursday, March 19, 2015 39

The GLM Procedure

Test t de Waller-Duncan K-ratio pour

ILE

NOTE: Ce test minimise le risque de Bayes sous l'hypothèse de perte additive et certaines autres hypothèses.
 ERREUR: Doit avoir au moins 3 cellules pour WALLER.

11:55 Thursday, March 19, 2015 40
 Le Système SAS
 The GLM Procedure
 Test t de Waller-Duncan K-ratio pour LEU

NOTE: Ce test minimise le risque de Bayes sous l'hypothèse de perte additive et certaines autres hypothèses.
 ERREUR: Doit avoir au moins 3 cellules pour WALLER.

11:55 Thursday, March 19, 2015 41
 Le Système SAS
 The GLM Procedure
 Test t de Waller-Duncan K-ratio pour PHE

NOTE: Ce test minimise le risque de Bayes sous l'hypothèse de perte additive et certaines autres hypothèses.
 ERREUR: Doit avoir au moins 3 cellules pour WALLER.

11:55 Thursday, March 19, 2015 42
 Le Système SAS
 The GLM Procedure
 Test t de Waller-Duncan K-ratio pour HIS

NOTE: Ce test minimise le risque de Bayes sous l'hypothèse de perte additive et certaines autres hypothèses.

100	Kratio
14	Erreur Degrés de Liberté
0.000325	Erreur du Carré Moyen
6.69	Valeur F
2.16032	Valeur critique de t
0.039	Différence significative minimale

Les moyennes avec la même lettre ne sont pas très différentes.

VARIETE	Waller Groupement	Moyenne	Nb
9	A	0.34350	2
6	B	0.29850	2
	B		

12				B	0.29850	2
5		C		B B	0.29250	2
11		C C		B B D	0.28050	2
1		C C		B B D	0.28050	2
4		C C		B B D	0.27650	2
14		C C	E	B B D	0.26300	2
15		F C	E	B B D	0.26000	2
7		F F	C	E E D	0.25400	2
8		F F		E E D	0.24900	2
2		F F		E E	0.23400	2
13		F F		E E	0.23400	2
10		F F		E E	0.22850	2

11:55 Thursday, March 19, 2015 43

Le Système SAS

The GLM Procedure

Test t de Waller-Duncan K-ratio pour

HIS

différentes. Les moyennes avec la même lettre ne sont pas très

VARIETE	Waller Groupement	Moyenne	Nb
3	F F	0.22150	2

11:55 Thursday, March 19, 2015 44

Le Système SAS

The GLM Procedure

Test t de Waller-Duncan K-ratio pour

SER

NOTE: Ce test minimise le risque de Bayes sous l'hypothèse de perte additive et certaines autres hypothèses.

100 Kratio
14 Erreur Degrés de Liberté

0.000815
 5.58
 2.21284
 0.0632

Erreur du Carré Moyen
 Valeur F
 Valeur critique de t
 Différence significative minimale

Les moyennes avec la même lettre ne sont pas très différentes.

VARIETE	Waller Groupement		Moyenne	Nb	
		A	0.59100	2	14
		A			
B		A	0.56200	2	8
B		A			
B		A	0.53150	2	5
B		A			
B		D	0.51000	2	6
B		D			
B		D	0.50850	2	13
B		D			
B		D	0.50250	2	3
B		D			
B		D	0.50150	2	4
		D			
		D	0.49650	2	2
		D			
		D	0.49450	2	9
		D			
E		D	0.48400	2	10
E		D			
E	F	D	0.47300	2	15
E	F	D			
E	F	D	0.46500	2	12
E	F				
E	F		0.42950	2	1
E	F				
E	F		0.42450	2	11

11:55 Thursday, March 19, 2015 45

Le Système SAS

The GLM Procedure

Test t de Waller-Duncan K-ratio pour

SER

Les moyennes avec la même lettre ne sont pas très différentes.

VARIETE	Waller Groupement		Moyenne	Nb	
		F			
		F	0.42000	2	7

11:55 Thursday, March 19, 2015 46

Le Système SAS

The GLM Procedure

Test t de Waller-Duncan K-ratio pour

ARG

NOTE: Ce test minimise le risque de Bayes sous l'hypothèse de perte additive et certaines autres hypothèses.

100	Kratio
14	Erreur Degrés de Liberté
0.000735	Erreur du Carré Moyen
10.62	Valeur F
2.06731	Valeur critique de t
0.056	Différence significative minimale

Les moyennes avec la même lettre ne sont pas très différentes.

VARIETE	Waller Groupement	Moyenne	Nb
	A	0.58950	2 9
	A		
B	A	0.53350	2 12
B			
B	C	0.52000	2 6
B	C		
B	C D	0.49800	2 5
B	C D		
B	C D	0.49700	2 15
B	C D		
B	E C D	0.48300	2 11
B	E C D		
B	E C D	0.48000	2 1
	E C D		
	E C D	0.47100	2 4
	E C D		
	E F D	0.45950	2 14
	E F		
G	E F	0.44050	2 7
G	F		
G	F H	0.41050	2 10
G	F H		
G	F H	0.40500	2 8
G	H		
G	H	0.39850	2 13
G	H		
G	H	0.38450	2 2

Le Système SAS

11:55 Thursday, March 19, 2015 47

The GLM Procedure

Test t de Waller-Duncan K-ratio pour

ARG

Les moyennes avec la même lettre ne sont pas très différentes.

VARIETE	Waller Groupement	Moyenne	Nb
	H		
	H	0.36150	2 3

11:55 Thursday, March 19, 2015 48

Le Système SAS

The GLM Procedure

Test t de Waller-Duncan K-ratio pour

GLY

NOTE: Ce test minimise le risque de Bayes sous l'hypothèse de perte additive et certaines autres hypothèses.

100	Kratio
14	Erreur Degrés de Liberté
0.001066	Erreur du Carré Moyen
2.89	Valeur F
2.51793	Valeur critique de t
0.0822	Différence significative minimale

Les moyennes avec la même lettre ne sont pas très différentes.

VARIETE	Waller	Groupement	Moyenne	Nb
		A	0.45250	2 9
		A		
		A	0.43550	2 7
		A		
B		A	0.42300	2 6
B		A		
B		A C	0.41650	2 12
B		A C		
B		A C	0.41450	2 1
B		A C		
B	D	A C	0.40550	2 5
B	D	A C		
B	D	A C	0.39400	2 4
B	D	A C		
B	D	A C	0.39250	2 11
B	D	A C		
B	D	A C	0.39000	2 15
B	D	A C		
B	D	A C	0.37350	2 14
B	D	C		
B	D	C	0.34850	2 8
B	D	C		
B	D	C	0.34350	2 3
B	D	C		
B	D	C	0.34300	2 2
B	D	C		
D		C		
D		C	0.33750	2 10

11:55 Thursday, March 19, 2015 49

Le Système SAS

The GLM Procedure

Test t de Waller-Duncan K-ratio pour

GLY

Les moyennes avec la même lettre ne sont pas très différentes.

VARIETE	Waller Groupement	Moyenne	Nb
	D		
	D	0.32700	2 13

Le Système SAS

11:55 Thursday, March 19, 2015 50

The GLM Procedure

Test t de Waller-Duncan K-ratio pour

ASP

NOTE: Ce test minimise le risque de Bayes sous l'hypothèse de perte additive et certaines autres hypothèses.

100	Kratio
14	Erreur Degrés de Liberté
0.000924	Erreur du Carré Moyen
7.31	Valeur F
2.13833	Valeur critique de t
0.065	Différence significative minimale

Les moyennes avec la même lettre ne sont pas très différentes.

VARIETE	Waller Groupement	Moyenne	Nb
9	A	0.79750	2
14	B	0.72000	2
8	C B	0.70100	2
12	C B D	0.68850	2
6	C E B D	0.67250	2
11	F C E B D	0.65650	2
15	F C E B D	0.65600	2
5	F C E D	0.65350	2
10	F E G D	0.62850	2
13	F E G D	0.62700	2

4	F	E	G	0.62250	2
1	F	E	G	0.61800	2
7	F		G	0.59700	2
2			G	0.58500	2

11:55 Thursday, March 19, 2015 51

Le Système SAS

The GLM Procedure

Test t de Waller-Duncan K-ratio pour

ASP

différentes. Les moyennes avec la même lettre ne sont pas très

VARIETE	Waller	Groupement	Moyenne	Nb
3		G	0.57100	2

11:55 Thursday, March 19, 2015 52

Le Système SAS

The GLM Procedure

Test t de Waller-Duncan K-ratio pour

GLU

NOTE: Ce test minimise le risque de Bayes sous l'hypothèse de perte additive et certaines autres hypothèses.

100	Kratio
14	Erreur Degrés de Liberté
0.005593	Erreur du Carré Moyen
19.17	Valeur F
2.00294	Valeur critique de t
0.1498	Différence significative minimale

différentes. Les moyennes avec la même lettre ne sont pas très

VARIETE	Waller	Groupement	Moyenne	Nb
		A	2.12800	2 14
		A	2.03950	2 8
		B	1.83350	2 13
	C	B	1.75900	2 5

C	B				
C	B	D	1.71050	2	10
C		D			
C	E	D	1.65950	2	9
C	E	D			
C	E	D	1.65800	2	6
C	E	D			
C	E	D	1.62500	2	2
	E	D			
	E	D	1.58800	2	15
	E				
F	E		1.54550	2	12
F	E				
F	E		1.53000	2	4
F	E				
F	E		1.51450	2	3
F					
F	G		1.43650	2	11
	G				
	G		1.33150	2	7

Le Système SAS

11:55 Thursday, March 19, 2015 53

The GLM Procedure

Test t de Waller-Duncan K-ratio pour

GLU

Les moyennes avec la même lettre ne sont pas très

différentes.

VARIETE	Waller Groupement	Moyenne	Nb
	G		
	G	1.29450	2 1

Le Système SAS

11:55 Thursday, March 19, 2015 54

The GLM Procedure

Test t de Waller-Duncan K-ratio pour

THR

NOTE: Ce test minimise le risque de Bayes sous l'hypothèse de perte additive et certaines autres hypothèses.

100	Kratio
14	Erreur Degrés de Liberté
0.000215	Erreur du Carré Moyen
6.04	Valeur F
2.18863	Valeur critique de t
0.0321	Différence significative minimale

Les moyennes avec la même lettre ne sont pas très différentes.

VARIETE	Waller Groupement	Moyenne	Nb
---------	-------------------	---------	----

		A		0.39600	2	9
		A				
B		A		0.38300	2	14
B		A				
B		A	C	0.37200	2	6
B		A	C			
B	D	A	C	0.36800	2	5
B	D		C			
B	D		C	0.36100	2	15
B	D		C			
B	D		C	0.35900	2	8
	D		C			
	D	E	C	0.34250	2	12
	D	E	C			
	D	E	C	0.34250	2	10
	D	E				
F	D	E		0.33950	2	4
F	D	E				
F	D	E		0.33900	2	13
F	D	E				
F	D	E		0.33600	2	1
F		E				
F		E		0.32550	2	2
F		E				
F		E		0.32400	2	11
F		E				
F		E		0.31200	2	3

Le Système SAS

11:55 Thursday, March 19, 2015 55

The GLM Procedure

Test t de Waller-Duncan K-ratio pour

THR

Les moyennes avec la même lettre ne sont pas très

différentes.

VARIETE	Waller Groupement	Moyenne	Nb
	F		
	F	0.30850	2 7

Le Système SAS

11:55 Thursday, March 19, 2015 56

The GLM Procedure

Test t de Waller-Duncan K-ratio pour

ALA

NOTE: Ce test minimise le risque de Bayes sous l'hypothèse de perte additive et certaines autres hypothèses.

100	Kratio
14	Erreur Degrés de Liberté
0.001051	Erreur du Carré Moyen
18.26	Valeur F
2.00675	Valeur critique de t
0.0651	Différence significative minimale

différentes. Les moyennes avec la même lettre ne sont pas très

VARIETE	Waller Groupement	Moyenne	Nb
	A	0.83650	2 14
	A		
	A	0.80650	2 8
	B	0.72200	2 13
	B		
C	B	0.70950	2 5
C	B		
C	B D	0.66850	2 2
C	B D		
C	B D	0.66750	2 10
C	B D		
C	B D	0.66200	2 6
C	D		
C	D	0.64450	2 3
	D		
	E D	0.62000	2 4
	E D		
	E D	0.61000	2 15
	E D		
	E D	0.60900	2 9
	E		
F	E	0.56700	2 12
F			
F	G	0.53650	2 1
F	G		
F	G	0.51600	2 11

Le Système SAS

11:55 Thursday, March 19, 2015 57

The GLM Procedure

Test t de Waller-Duncan K-ratio pour

ALA

différentes. Les moyennes avec la même lettre ne sont pas très

VARIETE	Waller Groupement	Moyenne	Nb
	G		
	G	0.49500	2 7

Le Système SAS

11:55 Thursday, March 19, 2015 58

The GLM Procedure

Test t de Waller-Duncan K-ratio pour

PRO

NOTE: Ce test minimise le risque de Bayes sous l'hypothèse de perte additive et certaines autres hypothèses.

Kratio

100

Erreur Degrés de Liberté

14

0.001445
 9.03
 2.09418
 0.0796

Erreur du Carré Moyen
 Valeur F
 Valeur critique de t
 Différence significative minimale

Les moyennes avec la même lettre ne sont pas très différentes.

VARIETE	Waller Groupement			Moyenne	Nb	
		A		1.06600	2	14
		B		0.98050	2	8
		B				
C		B		0.96850	2	9
C		B				
C		B	D	0.92550	2	5
C		B	D			
C		B	D	0.92550	2	6
C		B	D			
C	E	B	D	0.92050	2	13
C	E		D			
C	E	F	D	0.89900	2	12
		F	D			
		F	D	0.88250	2	15
		F	D			
		F	D	0.86700	2	10
		F	D			
		F	D	0.85600	2	11
		F	D			
G	E	F		0.84400	2	4
G		F				
G		F	H	0.82550	2	1
G		F	H			
G		F	H	0.82000	2	2
G			H			
G			H	0.77300	2	3

11:55 Thursday, March 19, 2015 59

Le Système SAS

The GLM Procedure

Test t de Waller-Duncan K-ratio pour

PRO

Les moyennes avec la même lettre ne sont pas très différentes.

VARIETE	Waller Groupement			Moyenne	Nb	
		H				
		H		0.76350	2	7

11:55 Thursday, March 19, 2015 60

Le Système SAS

The GLM Procedure

Test t de Waller-Duncan K-ratio pour

CYS

NOTE: Ce test minimise le risque de Bayes sous l'hypothèse de perte additive et certaines autres hypothèses.

100	Kratio
14	Erreur Degrés de Liberté
0.000102	Erreur du Carré Moyen
6.58	Valeur F
2.16464	Valeur critique de t
0.0218	Différence significative minimale

Les moyennes avec la même lettre ne sont pas très différentes.

VARIETE	Waller Groupement		Moyenne	Nb	
		A	0.16450	2	12
		A			
B		A	0.15450	2	6
B		A			
B		A	0.15250	2	1
B		A			
B		A	0.14950	2	11
B		A			
B		A	0.14600	2	9
B		C			
B		C	0.14200	2	4
B		C			
B		C	0.13700	2	5
B		D			
B		D	0.13500	2	7
B	E	D			
B	E	D	0.13500	2	15
B	E	D			
F	E	D	0.12550	2	14
F	E	D			
F	E	D	0.11950	2	2
F	E				
F	E		0.11450	2	8
F					
F			0.10950	2	3
F					
F			0.10900	2	13

Le Système SAS

11:55 Thursday, March 19, 2015 61

The GLM Procedure

Test t de Waller-Duncan K-ratio pour

CYS

Les moyennes avec la même lettre ne sont pas très différentes.

VARIETE	Waller Groupement		Moyenne	Nb	
		F			
		F	0.10850	2	10

11:55 Thursday, March 19, 2015 62

Le Système SAS

The GLM Procedure

Test t de Waller-Duncan K-ratio pour

LYS

NOTE: Ce test minimise le risque de Bayes sous l'hypothèse de perte additive et certaines autres hypothèses.

100	Kratio
14	Erreur Degrés de Liberté
0.000393	Erreur du Carré Moyen
8.96	Valeur F
2.09558	Valeur critique de t
0.0415	Différence significative minimale

Les moyennes avec la même lettre ne sont pas très différentes.

VARIETE	Waller Groupement	Moyenne	Nb
	A	0.38350	2 9
	B	0.32100	2 6
	B	0.32100	2 12
	B	0.31650	2 1
	B	0.30850	2 15
	C B	0.30750	2 11
	C B	0.30100	2 5
	C B	0.28600	2 7
	C B D	0.28550	2 4
	C E D	0.27200	2 14
	E D	0.25400	2 10
	E	0.24100	2 8
	E	0.23750	2 3
	E	0.23700	2 13

11:55 Thursday, March 19, 2015 63

Le Système SAS

The GLM Procedure

Test t de Waller-Duncan K-ratio pour

LYS

Les moyennes avec la même lettre ne sont pas très différentes.

VARIETE	Waller Groupement	Moyenne	Nb
	E		
	E	0.23500	2 2

Le Système SAS

11:55 Thursday, March 19, 2015 64

The GLM Procedure

Test t de Waller-Duncan K-ratio pour

TYR

NOTE: Ce test minimise le risque de Bayes sous l'hypothèse de perte additive et certaines autres hypothèses.

100	Kratio
14	Erreur Degrés de Liberté
0.000227	Erreur du Carré Moyen
17.61	Valeur F
2.00974	Valeur critique de t
0.0303	Différence significative minimale

Les moyennes avec la même lettre ne sont pas très différentes.

Waller Groupement	Moyenne	Nb	VARIETE
A	0.41850	2	14
A			
A	0.40350	2	8
B	0.37300	2	13
B			
C	0.35550	2	5
C			
C	0.35000	2	10
C			
C	0.33900	2	2
C			
C	0.33450	2	6
C			
C	0.33150	2	9
D			
E	0.31850	2	15
E			
E	0.31650	2	3
E			
E	0.31250	2	4
E			
E	0.29850	2	12
F			
G	0.27700	2	11
G			
G	0.27200	2	1

Le Système SAS

11:55 Thursday, March 19, 2015 65

The GLM Procedure

Test t de Waller-Duncan K-ratio pour

TYR

Les moyennes avec la même lettre ne sont pas très différentes.

Waller Groupement	Moyenne	Nb	VARIETE
G			
G	0.26650	2	7

Le Système SAS

11:55 Thursday, March 19, 2015 66

The GLM Procedure

Test t de Waller-Duncan K-ratio pour

MET

NOTE: Ce test minimise le risque de Bayes sous l'hypothèse de perte additive et certaines autres hypothèses.

Kratio
100
Erreur Degrés de Liberté
14
Erreur du Carré Moyen
0.000878
Valeur F
3.17
Valeur critique de t
2.46294
Différence significative minimale
0.073

Les moyennes avec la même lettre ne sont pas très différentes.

VARIETE	Waller Groupement	Moyenne	Nb
	A	0.22050	2 2
	A		
B	A	0.21100	2 14
B	A		
B	A	0.21100	2 13
B	A		
B	A C	0.20100	2 8
B	A C		
B	A C	0.20050	2 3
B	A C		
B	A C	0.19500	2 10
B	A C		
B	A C	0.19050	2 5
B	A C		
B	A C	0.18600	2 6
B	A C		
B	A C	0.17850	2 4
B	A C		
B	A C	0.16050	2 15
B	A C		
B	A C	0.15800	2 12
B	A C		
B	D A C	0.14850	2 11
B	D C		

B	D	C	0.14400	2	1
	D	C			
	D	C	0.13250	2	7

Le Système SAS

11:55 Thursday, March 19, 2015 67

The GLM Procedure

Test t de Waller-Duncan K-ratio pour

MET

Les moyennes avec la même lettre ne sont pas très différentes.

VARIETE	Waller Groupement	Moyenne	Nb
	D		
	D	0.08150	2 9

Le Système SAS

11:55 Thursday, March 19, 2015 68

The GLM Procedure

Test t de Waller-Duncan K-ratio pour

VAL

NOTE: Ce test minimise le risque de Bayes sous l'hypothèse de perte additive et certaines autres hypothèses.

100	Kratio
14	Erreur Degrés de Liberté
0.001254	Erreur du Carré Moyen
2.35	Valeur F
2.65099	Valeur critique de t
0.0939	Différence significative minimale

Les moyennes avec la même lettre ne sont pas très différentes.

VARIETE	Waller Groupement	Moyenne	Nb
	A	0.44050	2 9
	A		
	B A	0.40400	2 5
	B A		
	B A C	0.38750	2 14
	B A C		
	B A C	0.37700	2 8
	B A C		
	B A C	0.37600	2 6
	B A C		
	B A C	0.36300	2 13
	B A C		
	B A C	0.35350	2 15
	B C		
	B C	0.34050	2 11
	B C		

B	C	0.34000	2	12
B	C			
B	C	0.33800	2	10
B	C			
B	C	0.33150	2	4
B	C			
B	C	0.32650	2	1
B	C			
B	C	0.31600	2	2
	C			
	C	0.30800	2	7

Le Système SAS

11:55 Thursday, March 19, 2015 69

The GLM Procedure

Test t de Waller-Duncan K-ratio pour

VAL

Les moyennes avec la même lettre ne sont pas très différentes.

VARIETE	Waller Groupement	Moyenne	Nb
	C		
	C	0.29950	2 3

Le Système SAS

11:55 Thursday, March 19, 2015 70

The GLM Procedure

Test t de Waller-Duncan K-ratio pour

ILE

NOTE: Ce test minimise le risque de Bayes sous l'hypothèse de perte additive et certaines autres hypothèses.

100	Kratio
14	Erreur Degrés de Liberté
0.000626	Erreur du Carré Moyen
3.14	Valeur F
2.46884	Valeur critique de t
0.0618	Différence significative minimale

Les moyennes avec la même lettre ne sont pas très différentes.

VARIETE	Waller Groupement	Moyenne	Nb
	A	0.27500	2 9
	A		
	A	0.27350	2 14
	A		
	A	0.27200	2 8
	A		
B	A	0.26650	2 5
B	A		

B		A	C	0.25500	2	13
B		A	C			
B	D	A	C	0.23850	2	10
B	D	A	C			
B	D	A	C	0.23450	2	6
B	D	A	C			
B	D	A	C	0.22400	2	15
B	D	A	C			
B	D	A	C	0.21750	2	2
B	D	A	C			
B	D	A	C	0.21400	2	4
B	D		C			
B	D		C	0.20700	2	3
	D		C			
	D		C	0.20150	2	12
	D		C			
	D		C	0.19650	2	11
	D		C			
	D		C	0.19350	2	1

Le Système SAS

11:55 Thursday, March 19, 2015 71

The GLM Procedure

Test t de Waller-Duncan K-ratio pour

ILE

Les moyennes avec la même lettre ne sont pas très

différentes.

VARIETE	Waller Groupement	Moyenne	Nb
	D		
	D	0.18800	2 7

Le Système SAS

11:55 Thursday, March 19, 2015 72

The GLM Procedure

Test t de Waller-Duncan K-ratio pour

LEU

NOTE: Ce test minimise le risque de Bayes sous l'hypothèse de perte additive et certaines autres hypothèses.

100	Kratio
14	Erreur Degrés de Liberté
0.002676	Erreur du Carré Moyen
37.74	Valeur F
1.96648	Valeur critique de t
0.1017	Différence significative minimale

Les moyennes avec la même lettre ne sont pas très

différentes.

Waller Groupement	Moyenne	Nb	VARIETE
A	1.44750	2	14

	A			
	A	1.43150	2	8
	B	1.27700	2	13
	C	1.16050	2	10
	C	1.11850	2	5
	C			
D	C	1.07500	2	2
D				
D	E	1.00500	2	6
D	E			
D	E	0.99750	2	3
	E			
	E	0.95750	2	15
	E			
	E	0.95600	2	9
	E			
F	E	0.93100	2	4
F				
F	G	0.85200	2	12
	G			
H	G	0.78500	2	11
H	G			
H	G	0.75400	2	7

11:55 Thursday, March 19, 2015 73

Le Système SAS

The GLM Procedure

Test t de Waller-Duncan K-ratio pour

LEU

Les moyennes avec la même lettre ne sont pas très

différentes.

Waller Groupement	Moyenne	Nb	VARIETE
H			
H	0.72400	2	1

11:55 Thursday, March 19, 2015 74

Le Système SAS

The GLM Procedure

Test t de Waller-Duncan K-ratio pour

PHE

NOTE: Ce test minimise le risque de Bayes sous l'hypothèse de perte additive et certaines autres hypothèses.

100	Kratio
14	Erreur Degrés de Liberté
0.000363	Erreur du Carré Moyen
21.69	Valeur F
1.99412	Valeur critique de t
0.038	Différence significative minimale

Les moyennes avec la même lettre ne sont pas très

différentes.

Waller	Groupement	Moyenne	Nb	VARIETE
	A	0.48650	2	14
	A			
	A	0.47900	2	8
	B	0.43150	2	13
	B			
C	B	0.40100	2	5
C	B			
C	B	0.39950	2	10
C	B			
C	D	0.36700	2	9
C	D			
C	D	0.36650	2	6
C	D			
C	D	0.36500	2	2
C	D			
E	D	0.35500	2	15
E	D			
E	D	0.34400	2	3
E	D			
E	D	0.34100	2	4
E	D			
E	D			
E	F	0.32650	2	12
E	F			
G	F	0.29900	2	11
G	F			
G		0.28750	2	7

Le Système SAS

11:55 Thursday, March 19, 2015 75

The GLM Procedure

Test t de Waller-Duncan K-ratio pour

PHE

Les moyennes avec la même lettre ne sont pas très

différentes.

Waller	Groupement	Moyenne	Nb	VARIETE
	G			
	G	0.27750	2	1

Le Système SAS

11:55 Thursday, March 19, 2015 76

The GLM Procedure

Niveau de	REP	Nb	Moyenne	Écart-type	Moyenne	Écart-type
-----HIS-----						
-----GLY-----						
-----SER-----						
1	15	0.26246667	0.02615849	0.49093333	0.04706298	
0.45426667	0.05921687	0.38806667	0.04920579			
2	15	0.27280000	0.04261321	0.49493333	0.05615726	
0.47000000	0.07091645	0.38486667	0.04148815			

Niveau de	REP	Nb	Moyenne	Écart-type	Moyenne	Écart-type
-----ASP-----						
-----ALA-----						
-----GLU-----						
THR						
1	15	0.26246667	0.02615849	0.49093333	0.04706298	
0.45426667	0.05921687	0.38806667	0.04920579			
2	15	0.27280000	0.04261321	0.49493333	0.05615726	
0.47000000	0.07091645	0.38486667	0.04148815			

1	15	0.64493333	0.05290756	1.61053333	0.21781902
0.33953333		0.02278429	0.63513333	0.09250627	
2	15	0.66100000	0.06982018	1.67660000	0.25565820
0.35493333		0.03151523	0.65426667	0.10809286	

Niveau de		-----PRO-----		-----CYS-----	
---LYS-----		-----TYR-----			
REP	Nb	Moyenne	Écart-type	Moyenne	Écart-type
Moyenne	Écart-type	Moyenne	Écart-type		
1	15	0.87573333	0.07516502	0.13706667	0.02059635
0.28380000		0.03978909	0.32566667	0.04203853	
2	15	0.89986667	0.09408649	0.12993333	0.01862973
0.29046667		0.04829798	0.33660000	0.04965279	

Niveau de		-----MET-----		-----VAL-----	
---ILE-----		-----LEU-----			
REP	Nb	Moyenne	Écart-type	Moyenne	Écart-type
Moyenne	Écart-type	Moyenne	Écart-type		
1	15	0.17600000	0.02786703	0.33440000	0.03385009
0.21506667		0.03140170	0.99933333	0.21538559	
2	15	0.17320000	0.05369251	0.37246667	0.05525896
0.24586667		0.04002475	1.06360000	0.23937621	

		Niveau de		-----PHE-----	
type		REP	Nb	Moyenne	Écart-
		1	15	0.35833333	
0.05908912		2	15	0.37853333	
0.06888279					

Niveau de		-----HIS-----		-----SER-----	
---ARG-----		-----GLY-----			
VARIETE	Nb	Moyenne	Écart-type	Moyenne	Écart-type
Moyenne	Écart-type	Moyenne	Écart-type		
1	2	0.28050000	0.00353553	0.42950000	0.00494975
0.48000000		0.00141421	0.41450000	0.00070711	
2	2	0.23400000	0.00424264	0.49650000	0.00212132
0.38450000		0.00353553	0.34300000	0.00141421	
3	2	0.22150000	0.03464823	0.50250000	0.08414571
0.36150000		0.03181981	0.34350000	0.04030509	
4	2	0.27650000	0.01909188	0.50150000	0.02050610
0.47100000		0.01555635	0.39400000	0.01414214	
5	2	0.29250000	0.00777817	0.53150000	0.03181981
0.49800000		0.03535534	0.40550000	0.02050610	
6	2	0.29850000	0.00212132	0.51000000	0.00424264
0.52000000		0.01414214	0.42300000	0.00848528	
7	2	0.25400000	0.00707107	0.42000000	0.00848528
0.44050000		0.00212132	0.43550000	0.09970206	
8	2	0.24900000	0.00141421	0.56200000	0.01131371
0.40500000		0.00565685	0.34850000	0.00212132	
9	2	0.34350000	0.05020458	0.49450000	0.02333452
0.58950000		0.05303301	0.45250000	0.02616295	
10	2	0.22850000	0.00636396	0.48400000	0.01838478
0.41050000		0.00777817	0.33750000	0.00070711	

Le Système SAS

11:55 Thursday, March 19, 2015 77

The GLM Procedure

Niveau de		-----HIS-----		-----SER-----	
---ARG-----		-----GLY-----			
VARIETE	Nb	Moyenne	Écart-type	Moyenne	Écart-type

Moyenne	Écart-type	Moyenne	Écart-type		
11	2	0.28050000	0.01202082	0.42450000	0.02757716
0.48300000	0.01131371	0.39250000	0.00494975		
12	2	0.29850000	0.00919239	0.46500000	0.01131371
0.53350000	0.02474874	0.41650000	0.01484924		
13	2	0.23400000	0.00707107	0.50850000	0.01909188
0.39850000	0.03889087	0.32700000	0.02687006		
14	2	0.26300000	0.02828427	0.59100000	0.01131371
0.45950000	0.06010408	0.37350000	0.01909188		
15	2	0.26000000	0.00141421	0.47300000	0.02262742
0.49700000	0.02545584	0.39000000	0.02687006		

Niveau de		-----ASP-----		-----GLU-----	
THR		ALA			
VARIETE	Nb	Moyenne	Écart-type	Moyenne	Écart-type
Moyenne	Écart-type	Moyenne	Écart-type		
1	2	0.61800000	0.00848528	1.29450000	0.01484924
0.33600000	0.01272792	0.53650000	0.01484924		
2	2	0.58500000	0.03111270	1.62500000	0.15414928
0.32550000	0.01343503	0.66850000	0.06717514		
3	2	0.57100000	0.04949747	1.51450000	0.08555992
0.31200000	0.02545584	0.64450000	0.05020458		
4	2	0.62250000	0.00070711	1.53000000	0.07919596
0.33950000	0.01343503	0.62000000	0.02687006		
5	2	0.65350000	0.05161880	1.75900000	0.10323759
0.36800000	0.01979899	0.70950000	0.05586144		
6	2	0.67250000	0.01484924	1.65800000	0.00282843
0.37200000	0.00141421	0.66200000	0.00141421		
7	2	0.59700000	0.00848528	1.33150000	0.03464823
0.30850000	0.00212132	0.49500000	0.00707107		
8	2	0.70100000	0.00282843	2.03950000	0.01202082
0.35900000	0.00424264	0.80650000	0.00353553		
9	2	0.79750000	0.04596194	1.65950000	0.10960155
0.39600000	0.01697056	0.60900000	0.03111270		
10	2	0.62850000	0.00353553	1.71050000	0.08555992
0.34250000	0.01343503	0.66750000	0.02899138		
11	2	0.65650000	0.01909188	1.43650000	0.04313351
0.32400000	0.02404163	0.51600000	0.02262742		
12	2	0.68850000	0.01202082	1.54550000	0.09970206
0.34250000	0.00212132	0.56700000	0.01838478		
13	2	0.62700000	0.04101219	1.83350000	0.07707464
0.33900000	0.01838478	0.72200000	0.03111270		
14	2	0.72000000	0.04666905	2.12800000	0.11455130
0.38300000	0.03959798	0.83650000	0.03323402		
15	2	0.65600000	0.04384062	1.58800000	0.10606602
0.36100000	0.01555635	0.61000000	0.03959798		

Niveau de		-----PRO-----		-----CYS-----	
LYS		TYR			
VARIETE	Nb	Moyenne	Écart-type	Moyenne	Écart-type
Moyenne	Écart-type	Moyenne	Écart-type		
1	2	0.82550000	0.00494975	0.15250000	0.00494975
0.31650000	0.00212132	0.27200000	0.00000000		
2	2	0.82000000	0.08061017	0.11950000	0.00777817
0.23500000	0.00282843	0.33900000	0.02969848		
3	2	0.77300000	0.06646804	0.10950000	0.01626346
0.23750000	0.02757716	0.31650000	0.02192031		
4	2	0.84400000	0.01131371	0.14200000	0.00848528
0.28550000	0.01343503	0.31250000	0.01484924		
5	2	0.92550000	0.01909188	0.13700000	0.00282843
0.30100000	0.01838478	0.35550000	0.01343503		
6	2	0.92550000	0.00777817	0.15450000	0.01060660
0.32100000	0.00989949	0.33450000	0.00070711		
7	2	0.76350000	0.00212132	0.13500000	0.00989949
0.28600000	0.00565685	0.26650000	0.01060660		
8	2	0.98050000	0.01484924	0.11450000	0.00777817
0.24100000	0.00989949	0.40350000	0.00353553		
9	2	0.96850000	0.04879037	0.14600000	0.02121320

0.38350000	0.04030509	0.33150000	0.01060660		
10	2	0.86700000	0.02969848	0.10850000	0.00070711
0.25400000	0.00282843	0.35000000	0.02121320		
11	2	0.85600000	0.02687006	0.14950000	0.01484924
0.30750000	0.00777817	0.27700000	0.00424264		
12	2	0.89900000	0.06646804	0.16450000	0.00777817
0.32100000	0.02262742	0.29850000	0.01626346		
13	2	0.92050000	0.02757716	0.10900000	0.00141421
0.23700000	0.02404163	0.37300000	0.01555635		

Le Système SAS

11:55 Thursday, March 19, 2015 78

The GLM Procedure

Niveau de		-----PRO-----		-----CYS-----	
---LYS-----		-----TYR-----			
VARIETE	Nb	Moyenne	Écart-type	Moyenne	Écart-type
Moyenne	Écart-type	Moyenne	Écart-type		
14	2	1.06600000	0.03252691	0.12550000	0.01909188
0.27200000	0.03676955	0.41850000	0.03040559		
15	2	0.88250000	0.05161880	0.13500000	0.00282843
0.30850000	0.01343503	0.31850000	0.01343503		

Niveau de		-----MET-----		-----VAL-----	
---ILE-----		-----LEU-----			
VARIETE	Nb	Moyenne	Écart-type	Moyenne	Écart-type
Moyenne	Écart-type	Moyenne	Écart-type		
1	2	0.14400000	0.00282843	0.32650000	0.02757716
0.19350000	0.02050610	0.72400000	0.03535534		
2	2	0.22050000	0.01909188	0.31600000	0.01414214
0.21750000	0.01626346	1.07500000	0.13152186		
3	2	0.20050000	0.01484924	0.29950000	0.00919239
0.20700000	0.00000000	0.99750000	0.01484924		
4	2	0.17850000	0.00919239	0.33150000	0.02757716
0.21400000	0.01555635	0.93100000	0.06222540		
5	2	0.19050000	0.00353553	0.40400000	0.01555635
0.26650000	0.01626346	1.11850000	0.06576093		
6	2	0.18600000	0.00424264	0.37600000	0.00848528
0.23450000	0.00777817	1.00500000	0.02262742		
7	2	0.13250000	0.01060660	0.30800000	0.02969848
0.18800000	0.02545584	0.75400000	0.04525483		
8	2	0.20100000	0.00565685	0.37700000	0.02828427
0.27200000	0.02121320	1.43150000	0.01626346		
9	2	0.08150000	0.10253048	0.44050000	0.10394470
0.27500000	0.06363961	0.95600000	0.04949747		
10	2	0.19500000	0.01838478	0.33800000	0.01555635
0.23850000	0.01484924	1.16050000	0.06576093		
11	2	0.14850000	0.00494975	0.34050000	0.04737615
0.19650000	0.03181981	0.78500000	0.01414214		
12	2	0.15800000	0.01131371	0.34000000	0.00424264
0.20150000	0.00494975	0.85200000	0.07778175		
13	2	0.21100000	0.00848528	0.36300000	0.02687006
0.25500000	0.01838478	1.27700000	0.05374012		
14	2	0.21100000	0.01555635	0.38750000	0.09828784
0.27350000	0.08414571	1.44750000	0.12515790		
15	2	0.16050000	0.01343503	0.35350000	0.03040559
0.22400000	0.02828427	0.95750000	0.08414571		

Niveau de		-----PHE-----	

VARIETE	Nb	Moyenne	Écart-
type			
0.01060660	1	2	0.27750000
0.03818377	2	2	0.36500000

0.01414214	3	2	0.34400000
0.01979899	4	2	0.34100000
0.02262742	5	2	0.40100000
0.00494975	6	2	0.36650000
0.01343503	7	2	0.28750000
0.00282843	8	2	0.47900000
0.02687006	9	2	0.36700000
0.02050610	10	2	0.39950000
0.00282843	11	2	0.29900000
0.01484924	12	2	0.32650000
0.02192031	13	2	0.43150000
0.05020458	14	2	0.48650000
0.02969848	15	2	0.35500000