



République Algérienne Démocratique et populaire
Ministère de l'enseignement supérieure et de la recherche
scientifique

Université Mohamed Kheider de Biskra
Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la
Vie

Département des sciences Agronomiques
Spécialité : Production et Amélioration végétale

MÉMOIRE DE MASTER

Le mardi, 11 juin 2024.

THEME : Exploration des paramètres biochimiques de quelques variétés locales de piment (*Capsicum annuum L.*) en Algérie

Présenté et soutenu par :

- Rachidou Assoumane Abdourahamane

Mr. Khachai .S	MCA	Université Mohamed Khider Biskra	Président
Mme. Abdellaoui I	MCB	Université Khider Biskra	Mohamed Rapporteur
Dr. Bedjaoui H	MCB	Université Khider Biskra	Mohamed Encadrant

Année universitaire : 2023/2024

REMERCIEMENTS

Avant tout je remercie ALLAH LE TOUT PUISSANT.

A l'issue de ce travail de recherche, je tiens particulièrement à remercier MADAME BEDJAOUI pour avoir accepté de m'encadrer et de m'avoir proposé ce thème d'étude. Je lui suis très reconnaissant pour tous les efforts fournis durant cette recherche, pour sa bienveillance,

Je tiens vivement à remercier madame Zeinab et mr kamel, qui m'ont accompagné pendant toute la période de mes analyses, pour toutes leurs discussions, conseils, suggestions, pour sa bienveillance, sa disponibilité et son aide incommensurable apporté à mon thème.

Je remercie Monsieur Boukhil et à madame Mabrek , professeurs au Département Des Sciences Agronomiques de Biskra, qui m'on accompagné depuis toujours.

Je ne pourrai pas finir sans remercier toutes ces personnes que j'ai rencontré durant ces 5 dernières années amies, collègues, camarades et tous ceux qui ont contribué un jour durant ces année à mon épanouissement.

Je tiens également à remercier tous les professeurs du Département des Sciences Agronomiques qui ont été tous d'une grande aide pendant ces 5 dernières années.

Des remerciements vont également à l'endroit du personnelles

DEDICACES

Je dédie ce projet

A ma chère mère

A mon cher père

A mes chères tantes et oncles

Qui n'ont jamais cessés de formuler, des prières à mon égard, de me soutenir et de m'épauler pour que je puisse atteindre mes objectifs.

A mes frères

Pour leurs soutiens et conseils précieux durant tout au long de mes études.

A toute ma famille

J'adresse une pensée spéciale profonde et mille prières pour mes chers parents décédés (paix à leurs âmes) amour, éducation, soutiens encouragement ; ils m'ont tout offerts depuis toujours jusqu'à leurs derniers jours pour me permettre de réussir et je leurs en serai à jamais reconnaissant.

Résumé

Le piment est une culture stratégique en Algérie. L'objectif de cette étude est la caractérisation physicochimique des variétés locale de piment et leur évaluation sur la base de la norme Cidex stan 207-2011. Au total nous avons collecté les fruits de 11 variétés locales de piment et une variété hybride que nous avons analysées pour leur : Poids moyen, longueur et largeur des fruits, la teneur en eau, les sucres totaux, le pH et le dosage des éléments Na, P et K. Les résultats ont révélé une variation importante pour le poids et les sucres totaux (ST) des piments. L'ACP a révélé un pourcentage de variabilité de 25.37%, de 45.163 % et de 60,517% pour les trois premiers axes. Les variétés SIDI OUME (SDM) se caractérisent par le ST, le TE les plus importante contrairement à la variété BARIKA (BRK) dont les piments sont les plus longs au moment où ceux des variétés ATID (ATD) et TOUGGOURT (TGR) se sont révélés les plus larges. La classification ascendante hiérarchique a montré un niveau de dissimilarité oscillant de 0,1 à 0,48. les groupes les plus proches sont TOLGA et OULED DJELALLE ; ZRIBAT et LIOUA et BARIKA et MAGREN. Enfin l'évaluation des variétés locales nous a permis de conclure un certain nombre de potentialités à la transformation industrielle, en commercialisation sous forme de piment séché, ou encore en sommation sous forme de légume frais.

Mots clefs: Algérie, Piment (*Capsicum annuum L.*) ; variété locales ; variation phénotypique ; Analyse multivariée.

Summary

Chili pepper is a strategic crop in Algeria. The objective of this study is the physicochemical characterization of local pepper varieties and their evaluation on the basis of the Cidex stan 207-2011 standard. In total we collected the fruits of 11 local varieties of chili pepper and one hybrid variety that we analyzed for their average weight, length and width of the fruits, water content, total sugars, pH and dosage of elements Na, P and K. The results revealed a significant variation in the weight and total sugars (TQs) of chili peppers. The ACP revealed a percentage of variability of 25.37%, 45.163% and 60.517% for the first three axes. The SIDI OUME (SDM) varieties are characterized by the ST, the most important TE, unlike the BARIKA variety (BRK) whose peppers are the longest at the time when those of the ATID (ATD) and TOUGGOURT (TGR) varieties have proved to be the largest. The hierarchical ascending classification showed a dissimilarity level ranging from 0.1 to 0.48. the closest groups are TOLGA and OULED DJELALLE; ZRIBAT and LIOUA and BARIKA and MAGREN. Finally, the evaluation of local varieties has enabled us to conclude a certain number of potentialities for industrial processing, in marketing in the form of dried chili pepper, or in the form of fresh vegetable.

Keywords: Algeria, Chilli pepper (*Capsicum annum L.*); local varieties; phenotypic variation; Multivariate analysis.

المخلص:

اللفل الحار هو محصول استراتيجي في الجزائر. كان الهدف من هذه الدراسة هو توصيف الخصائص الفيزيائية الكيميائية لأصناف الفلفل الحار المحلية وتقييمها على أساس معيار Cidex stan 207-2011. تم جمع وتحليل ما مجموعه 11 صنفاً من الفلفل الحار المحلي وصنف هجين واحد من الفلفل الحار وتحليلها من حيث متوسط الوزن، وطول الثمار وعرضها، والمحتوى المائي، والسكريات الكلية، والأس الهيدروجيني، ومحتوى الصوديوم والفوسفات والكالسيوم. كشفت النتائج عن تباين كبير في الوزن والسكريات الكلية لللفل. وكشف تحليل PCA عن نسبة مئوية للتباين بلغت 25.37% و 45.163% و 60.517% للمحاور الثلاثة الأولى. كان صنف SIDI OUME (SDM) هو الصنف الأكبر من حيث الطول والوزن والسكر، بينما كان صنف BARIKA (BRK) هو الصنف الأطول من الفلفل وصنفا ATID (ATD) و TUGGOURT (TGR) هما الصنفان الأوسع. أظهر التصنيف الهرمي التصاعدي الهرمي مستوى من التباين يتراوح بين 0.1 و 0.48، وكانت أقرب المجموعات هي تولجا وأولاد دجلالة، وزريبات وليوا وباريكا ومجرن. أخيراً، مكنتنا تقييم الأصناف المحلية من استنتاج أن لديها إمكانات معينة للمعالجة الصناعية، والتسويق كلفل حار مجفف، أو للاستهلاك كخضروات طازجة.

الكلمات المفتاحية: الجزائر، الفلفل الحار (الفليفلة الحلقية) (*L. Capsicum annum*)؛ الصنف المحلي؛ التباين الظاهري؛ التحليل متعدد المتغيرات.

Remerciements	
Dédicaces	
Résumé	
Sommaire	
Liste des figures, des Tableaux	

Table des matières

Introduction:	11
----------------------------	----

Revue Bibliographies

Chapitre I : Généralités sur le piment	14
---	----

1. Biologie	:15
1.1 : Classification botanique	:15
1.2 : Origine	:15
1.3 : Morphologies.....	16
1.3.1 : Organe vegetative	16
1.3.1.1 : Système racinaire.....	16
1.3.1.2 : Système aérien.....	17
1.3.1.2.1 : Tige.....	:17
1.3.1.2.2 : Feuille.....	:17
1.3.2 : Organe de fructification	:18
1.3.2.1 : Fleur.....	18
1.3.2.2 : Fruit.....	18
1.3.2.3 : Grains.....	19
1.4 : : Cycle de développement	29
1.5 : : Exigence de la culture	20
1.5.1 : Exigences édaphiques	20
1.5.2 : Thermique	20
1.5.3 : Lumière	20
1.5.4 : Hydrique.....	20

1.5.5	: Fertilisation	21
1.6	: Calendrier cultural du piment	21
1.7	: Importance de la culture de piment	22
1.7.1.	: Dans le monde	22
1.7.2	: En Algérie.....	22
1.7.2.1	: Wilaya de Biskra.....	23

Chapitre II Ressources phylogénétique et composition chimique et nutritionnelle du piment

II.1	Situation des ressources phylogénétiques du piment	26
II.1.1	Répartition dans le monde	26
IV.1.2	: Composition chimique et nutritionnelle du piment.....	28
II.1.2.1	: Composition chimique	28
II.1.2.2	: Composition nutritionnelle.....	28.
II.1.2.3	: Utilisation du piment.....	30

DEUXIÈME PARTIE : ETUDE EXPÉRIMENTALE
--

Chapitre III	: Matériels et Méthodes	31
III.1.	Objectif.....	32
III.2.	Matériels ET méthode	32
III.2.1.	Matériels vegetal.....	33
III.2.2.	Paramètres à étudier	35
III.2.2.1	Paramètre morphologique	35
III.2.2.2	Paramètres biochimiques	36
III.2.2.2.1	pH	36
III.2.2.2.1.1	Matériels.....	36
III.2.2.2.1.2	Mode opératoire	36
III.2.2.2.2	Teneur en eau H%	38
III.2.2.2.2.1	Mode opératoire	38
III.2.2.2.3	Taux de sucre soluble (ST)	38
III.2.2.2.3.1	Matériel.....	38.

III.2.2.2.3.2	Mode opératoire	38
III.2.2.2.4	Dosage des éléments : ; Na, P ; K.....	40
III.2.2.2.4.1	Dosage éléments phosphores ET potassium (P, K)	40
III.2.2.2.4.1.1	Réactifs.....	40
III.2.2.2.4.1.2	Matériels.....	40
III.2.2.2.4.1.3	Mode opératoire.....	40
III.2.2.2.4.2	Dosage des éléments Sodium Na.....	42
III.2.2.2.4.2.1	Mode opératoire.....	42
Chapitre IV	: Résultats et Discussion	43
IV	Etudes de quelques paramètres physicochimiques des variétés locales de piment.....	45
IV.1	Analyse descriptive.....	45
IV.1.1	Paramètres morphologiques.....	45
IV.1.1.1	Poids sec des fruits	45
IV.1.1.2	Dimensions : longueur et largeur du fruit.....	46
IV.1.2	Paramètres chimiques	47
IV.1.2.1	pH.....	47
IV.1.2.2	Teneur en eau H%.....	48
IV.1.2.3	Taux de sucre soluble TSS.....	49
IV.1.2.4	Dosage des éléments Chimique Na, P, K	50
IV.1.2.5	Coefficient de variation.....	51
IV.2	. Analyses multivarié.....	52
IV.2.1	Analyse de corrélation.....	52
IV.2.1	Analyse en composante principale.....	53
IV.2.1.1	Valeurs propres.....	53
IV.3	Analyse par Classification ascendante hiérarchique.....	58
IV.4	Discussion.....	60
IV.5	Evaluation des variétés locales de piment sur la base de leurs caractéristiques physico- chimiques.....	61
IV.5.1	Evaluation longueur et largeur.....	61
IV.5.2	pH.....	61
IV.5.3	Teneur en eau H%.....	62
IV.5.4	Taux de sucre soluble TSS.....	63

IV.5.5 Dosage des éléments Na, P et K.....	64
IV.6 Discussion	65
Conclusion	67

Liste des figures

Figure 1 :Carte représentatif de l'origine de la culture du piment dans le monde (Pochard, 1987).....	16
Figure 2 :Coupe longitudinal des racines du piment (Roselti, 2024).....	16
Figure 3 :Coupe de la tige d'une plante de piment (Baadache, 2015).....	17
Figure 4 Coupe d'une feuille de piment (Fhoul & Touezra, 2022).....	17
Figure 5 Coupe détailler d'un plan de piment (Kohler, 1887).....	18
Figure 6: coupe longitudinale d'un plan de piment et fleur exposé (Angelica, 2007).....	18
Figure 7 :graine de piment (AZIA, 2022).....	19
Figure 8 :Evolution de la production de piment en Algérie 2005-2014 (Ousmane, 2019).....	23
Figure 9 : production du piment dans la wilaya de Biskra depuis 2005- 2014 (DSA, 2015) ..	24
Figure 10 : Balance électronique (original)	
Figure 11 Pied à coulisse (original).....	36
Figure 12 Image réelle broyage des échantillons (original).....	37
Figure 13 Image réelle filtration des échantillons (original)	
Figure 14 Lecture au pH mètre(original).....	37
Figure 15 Image réelle chauffage et agitations des échantillons	
Figure 16 Image réelle lecture au réfractomètre (original).....	
(original).....	39
Figure 17 Spectrophotomètre à UV (original)	
Figure 18: spectromètre à flamme (dosage Na, et k) (dosage du phosphore végétale) (original).....	40
Figure 19 : Image réel fourre à moufle	
Figure 20 : Echantillons préparés pour le dosage de , P et K (original) (original)	41
Figure 21 Lecture dosage des éléments sodium au spectromètre à flamme (original).....	42
Figure 22 : Variation du poids des échantillon.....	45
Figure 23 :Variation longueur et largeur des fruits.....	46
Figure 24 Variation du pH des échantillons.....	47
Figure 25 Variation de la teneur en eau entre les échantillons variétale.....	48
Figure 26 Taux de sucre des échantillons.....	49
Figure 27 Taux des éléments Na, ,P et K dans les échantillons.....	50

Figure 28 Coefficient de variation des paramètres étudiés	51
Figure 29 Cercle de corrélation des variables par rapport aux axes 1 et 2.....	56
Figure 30 Cercle de corrélation des variétés par rapport aux axes 1 et 3.....	57
Figure 31 Classification ascendante hiérarchique des populations étudiées.....	58

Liste des tableaux

Tableau 1 :Description des stades végétatif du piment	19
Tableau 2 Calendrier de culture du piment	21
Tableau 3 Les espèces de piment cultivés dans le monde.....	26
Tableau 4 Composition du fruit de piment.....	28
Tableau 5 Photo original des variétés utiliser comme matériels	33
Tableau 6 Matrice de corrélation.....	52
Tableau 7 : Valeurs propres	53
Tableau 8 : Coordonnées et cosinus carré des variables	54
Tableau 9 :Coordonnées et cosinus carré des variétés sur les axes principaux.....	55
Tableau 10 calibre des piment fort en fonction de la longueur du fruit	61

Introduction

Capsicum annuum est le nom scientifique de l'espèce à laquelle appartiennent différentes variétés de poivrons et piments. C'est une plante qui revêt une grande importance, tant du point de vue économique, du point de vue alimentaire que du point de vue de la recherche, en sélection et amélioration variétales notamment. Depuis quelques années en effet la production mondiale de poivrons n'a cessé de s'accroître, passant de 10.769.000 tonnes en 1991 à 22.168.000 tonnes en 2002 (FAO, 2003) soit du simple au double en l'espace d'une décennie (Nondah T. , 2004). En 2020 elle En 2020, la production mondiale de piment était d'environ 60 millions de tonnes (NhânDân, 2023)

Le terme *piment* (vert, jaune, orange, rouge, brun, pêche ou violet) est un nom vernaculaire désignant le fruit de cinq espèces de plantes du genre *Capsicum* de la famille des Solanacées et de plusieurs autres taxons (Marie-pierre & Gallouin, 2003) Le mot désigne plus communément le fruit de ces plantes, utilisés comme condiment ou légume (en français canadien, le mot *piment* désigne parfois les poivrons, les autres variétés de *Capsicum*, au goût plus piquant, étant appelés *piments forts*). La notion de piment est généralement associée à la saveur de piquant ce qui fait de lui aujourd'hui l'épice la plus consommée dans le monde (Birlouez, 2020) Une vingtaine d'espèces ont été recensées à l'état sauvage, mais seulement cinq sont réellement cultivées et donnent lieu de multiples variétés : *Capsicum annuum*, *Capsicum baccatum*, *Capsicum chinense*, *Capsicum frutescens*, *Capsicum pubescens* (Chauvet, 2010)

En Algérie Le piment "*Capsicum annuum L.*" est une plante maraîchère qui porte le nom vernaculaire de "Felfel Arbi", appelé communément "piment fort ou épice". Il représente un grand intérêt au niveau national tant sur le plan de la production que de la consommation. L'Algérie a occupé en 2012, la 9ème place à l'échelle mondiale en termes de production avec 426.566 tonnes de piment (FAO, 2015). Le piment hybride est cultivé sous serre et couvre environ 50% de la production nationale dont 35 % est assurée par la wilaya de Biskra (Sofiane, 2019) Le matériel végétal du piment de plein champ est constitué de populations locales traditionnellement cultivées dont la semence est produite par les agriculteurs (Chetmi, 2017)

Si jusqu'à maintenant, de nombreux travaux ont été menés sur le piment conduisant essentiellement à de pertinents résultats sur les divers paramètres chimiques caractéristiques de certaines variétés de la culture Badache (2015), Bedjaoui et al. (2022). Celle du piment et surtout des variétés locales Algériennes reste très peu documentée et mal explorée.

Dans cette dynamique, le présent travail s'inscrit dans le cadre d'un programme de recherches dont l'objectif est d'étudier quelques paramètres physico-chimiques de variétés de piment local collectées chez les agriculteurs et produites sous serre. Nous visons également de :

- Construire une base de données précieuse sur la diversité génétique du piment en Algérie ;
- Ressortir les caractères discriminants qui serviraient à distinguer les variétés locales par rapport aux autres et aussi entre elles ;
- Evaluer les variétés locales et proposer des voies de valorisation en fonction de leurs potentialités.

A cet égard, nous tenterons d'apporter des éléments de réponses par rapport aux questions telles que : l'état de de la biodiversité du piment local en Algérie ; les caractéristiques majeures des variétés locales du piment et enfin d'évaluer quelles sont les variétés présentant un intérêt agronomique et un réel potentiel pour une mise en valeur de la chaîne de production du piment local.

Enfin, nous avons structuré notre travail en présentant en première partie une synthèse bibliographique sur le piment et son importance économique à l'échelle mondiale, nationale et régionale scindé en deux chapitres.

Et en deuxième partie, ou partie expérimentale, nous éclairerons dans un autre chapitre les méthodes et matériel de travail suivis et dans le dernier chapitre les résultats et enfin la discussion avant de conclure des résultats obtenus qui donneront des éléments de réponses aux questions abordées.

Première partie :
Revue Bibliographique

Chapitre I :
Généralités sur le piment *Capsicum annuum L.*

1 Biologie

Le fruit du piment (*Capsicum sp.*, de la famille des Solanacées) est une baie, fruit à péricarpe entièrement charnu contenant des pépins (Eric C, 2021)

C'est une plante annuelle préférentiellement autogame (Chaine-Dogimont, 1993) Ou encore autogame facultatif. Ses fleurs sont pentaméries et hermaphrodites, et elles sont fréquemment visitées par les insectes d'où une allogamie résiduelle qui en résulte.

1.1 Classification botanique

La classification botanique du piment est la suivante : (Chambonnet, 1985)

- Règne : Plantae
- Ordre : Phanérogames
- Embranchement : Spermaphytes
- Sous embranchement: Angiosperme.
- Classe: Dicotylédones.
- Sous classe: Gamopétales.
- Famille : Solanacées.
- Genre: *Capsicum*

1.2 Origine :

Les piments du genre *Capsicum*, principaux représentants de la saveur pimentée, sont originaires d'Amérique du Sud, du Mexique et d'Amérique centrale (Marie-pierre & Gallouin, 2003) où ils étaient cultivés comme plantes potagères pour leurs fruits aux qualités alimentaires et aromatiques.

On retrouve aujourd'hui le piment dans la majorité des cuisines de la planète, ce végétal de la famille des solanacées – comme les pommes de terre, les tomates ou les aubergines – est originaire d'Amérique du Sud et d'Amérique Centrale. Les Amérindiens le cultivaient et le consommaient déjà il y a plusieurs milliers d'années, et les Aztèques l'associaient... au cacao. Ce n'est cependant qu'à partir de la fin du XV^e siècle, à la suite des expéditions de Christophe Colomb, que le piment gagna l'Europe où il fit concurrence au poivre noir, plus rare et plus cher. Dans le Vieux Continent, cet « or rouge » fut d'abord introduit en Espagne. Les navigateurs portugais et espagnols le firent ensuite voyager en Asie et en Afrique. Il est désormais présent sur tous les continents ou presque (Epoppe, 2021).

L'introduction du piment en Afrique et en Asie a été favorisée par des voyageurs vers les comptoirs portugais et espagnols, mais elle est aussi l'œuvre des missionnaires franciscains et jésuites (Hamza, 2010).



Figure 1 : Carte représentatif de l'origine de la culture du piment dans le monde (Pochard, 1987)

1.3 Morphologie

1.3.1 Organes végétatifs

1.3.1.1 Système racinaire

Chez le piment le système racinaire est pivotant et peut atteindre 70 à 80 cm, les racines adventives se développent et acquièrent une forme barbue. Le développement horizontal des racines serait de 50 à 90 cm, par ailleurs sa faculté assimilatrice est relativement faible par rapport à celle de la tomate (Ducreux, 1975).

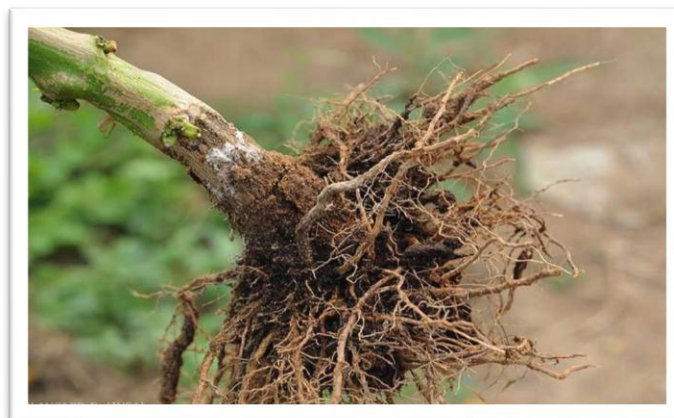


Figure 2 : Coupe longitudinal des racines du piment (Roselti, 2024)

1.3.1.2 Système aérien

1.3.1.2.1 Tige

Elle est ligneuse à la base et herbacée plus haut, suivant les variétés et les conditions de cultures, la croissance étant déterminée, ou indéterminée (Kolev, 1976).



Figure 3 : Coupe de la tige d'une plante de piment (Baadache, 2015)

1.3.1.2.2 Feuilles

Elles ont une forme ovoïde de couleur verte, très souvent dotée d'une base asymétrique, lisse ou très rarement couverte de poils fins selon la variété. Les variétés à gros fruits portent normalement des feuilles grandes, longues, alors que celle de petits fruits se distingue par des feuilles petites et étroites (Kolev, Les cultures Maichère en Algérie: Les légumes fruits .ED. Ministère de l'agriculture et de la réforme agraire, 1976).



Figure 4 Coupe d'une feuille de piment (Fhoul & Touezra, 2022)

1.3.2 Organes de fructification

1.3.2.1 Fleur

Les fleurs sont blanchâtres, dressées ou pendantes, situées à l'aisselle des bifurcations, à raison d'une à deux fleurs par nœud. Elles portent 6 sépales, 6 pétales, 5 à 7 étamines et un ovaire (Kolev, 1976)

Selon Chambonnet (1985), le piment est préférentiellement autogame, mais avec un taux d'allogamie variant de 8 à 30% selon les cultivars.



Figure 5 Coupe détaillée d'un plan de piment (Kohler, 1887)

1.3.2.2 Fruit

Les fruits peuvent être allongés, flexueux, coniques, globuleux à 3 ou 4 loges (lisses ou flexueux), sphériques ou plats côtelés (Nondah, 2004).

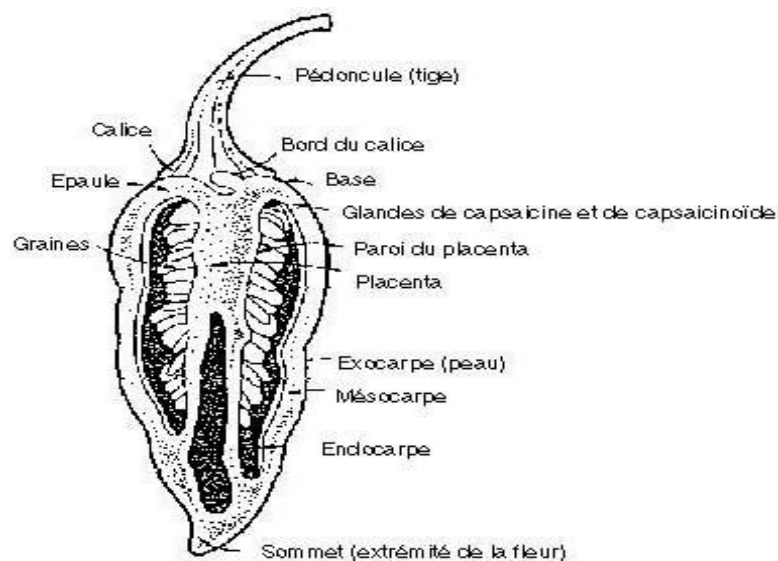


Figure 6: coupe longitudinale d'un plan de piment et fleur exposé (Angelica, 2007)

Selon Michel et al., ils sont de forme et de couleur très variées (à maturité toutefois, les colorations rouge ou jaune sont dominantes), ils peuvent contenir, en plus ou moins grande quantité de Capsaïcine, qui leur donne un gout pimenté. Ils contiennent également une quantité importante de vitamine C.

1.3.2.3 Graine

Les semences sont de grand nombre, arrondies, plates et blanchâtres, ayant une saveur piquante beaucoup plus prononcée que la chère du fruit (Ounada, 1993). Les semences conservent leur pouvoir germinatif pendant 4 à 5 ans à température ambiante (Chambonnet, 1985)



Figure 7 :graine de piment (AZIA, 2022)

1.4 Cycle de développement

Le cycle végétatif de la culture de piment dure pour la majorité de 70 jusqu'aux 95 jours, il est formé selon (ITCMI, 2010) par sept stades.

Tableau 1 :Description des stades végétatif du piment

Stade 0	Levée
Stade 1	Les cotylédons sont étales
Stade 2	Deux feuilles étalées sur la tige principale
Stade 3	Davantage de feuilles étalées sur la tige
Stade 4	Début floraison
Stade 5	Floraison ;
Stade 6	Développement du fruit.

ITCMI, 2010

1.5 : Exigence de la culture

1.5.1 Exigences édaphiques

La culture du piment s'adapte mieux aux terres profondes, bien aérées, drainées et bien pourvues en humus, de réaction neutre à légèrement acide (Chaux, 1972; Ghalmi, 1995). Selon (Nondah, 2004), un pH variant de 6,5 à 7 serait plus approprié pour le piment. La culture tolère une salinité moyenne, et réussit avec une $CE \leq 4$ (ITDAS, 2005).

1.5.2 Exigences thermiques

La végétation requiert des températures moyennes journalières de 24°C, mais elle est bloquée au-dessous de 15°C. La germination quant à elle se produit généralement à des températures comprises entre 25 et 30°C avec un zéro de végétation autour de 10°C (Ounada, 1993) au-delà de 35°C, la fructification est réduite (Jacob, 1977; Ghalmi, 1995). La température agit directement sur la croissance et la fertilité du piment ainsi que les dimensions du fruit qui ne peut se développer que sous des températures déterminées. Si les températures sont trop basses, le fruit est mince et pointu ; si elles sont élevées, le fruit est plus trapu (Anonyme).

1.5.3 Exigences hydriques

L'humidité de l'air parfaite pour le piment se situe entre 60 et 70%. Au-dessus de ça, le développement du botrytis s'accroît; alors qu'un air plus sec nuit à la nouaison et entraîne un avortement des fleurs. (Ounada, 1993). Pour le sol une humidité constante entre 80 à 85% est demandée. Des irrigations bien gérées aident à combattre les fortes sécheresses et limiter les dégâts sur les fleurs et les fruits (Ghalmi, 1995)

1.5.4 Exigences en lumière

Cette espèce n'est pas très sensible à la durée d'éclairage mais il semble que les jours de longueur moyenne favorisent la formation des fleurs. Les exigences en intensité lumineuse sont assez faibles ; la feuille atteint son activité photosynthétique maximale sous une intensité lumineuse d'environ $0.4 \text{ cal/cm}^2/\text{min}$ (Ounada, 1993)

1.5.5 Fertilisation ou Exigences nutritionnelles

Le piment est une plante très exigeante en Potassium et en Azote dont les apports en engrais azotés et potassiques sont fractionnés suivant le développement de la plante. Les besoins moyens d'une culture de piment sont de 100kg/ ha de N (Azote) ; 140kg/ ha de P₂O₅ (phosphore) ; et de 140 kg/ ha de K₂O (potassium) (IFDC, 2019)

1.6 Calendrier cultural

Le calendrier cultural de la conduite de culture du piment est établie dans le tableau n°2 comme suit :

Tableau 2 Calendrier de culture du piment

	Sept	Oct	Nov	Déc	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
Culture primeur (Abris plastique)			←→					←→								
Culture primeur (Sous tunnel)						←→				←→						
Culture de saison					←→							←→				
Culture d'arrière-saison						←→					←→		←→			
Culture saharienne					←→						←→					
	Semis				←→				Récolte				←→			

Bedacha (2015)

1.7 Importance de la culture du piment

1.7.1 Dans le monde

Les piments sont appréciés un peu partout dans le monde, présentant une importance économique. Dans cette partie nous allons exposer la situation des piments en termes de production à l'échelle mondiale, nationale et régionale. la culture des piments s'étend maintenant sur tous les continents habités et comporte deux volets : le piment-légume et le piment-condiment transformé en poudre ; ils sont exprimés en tonnes de matières sèches ((Marchoux & al, 2008).

En 2005, la production mondiale de piment était d'environ 25 millions de tonnes, dont les piments doux et forts verts et les poivrons. Actuellement, l'Asie est la plus grande région productrice de piment au monde et représente 65.6% (FAO, 2006) En outre, le commerce mondial du piment représente environ 35 milliards de dollars par an. En Chine, la superficie des terres cultivées de piment s'étend sur plus de 1,3 million d'hectares, soit 35 % de la superficie totale plantée dans le monde. (NhânDân, 2023)

Selon toujours la FAO de 1995 à 2005 les deux principaux producteurs de piments sont

- Chine avec 50,1%
- Le Mexique 7,4%
- Suivis par La Turquie, Les Etats-Unis avec respectivement 7,0 et 3,9

L'Europe produit quant à elle en grande quantité de poivrons (apparenté donc au piment). L'Espagne est leader sur ce marché avec une production d'1,2 millions de tonnes soit trois fois plus que le second producteur européen.

1.7.2 En Algérie

En Algérie la SAU est de 8,5 millions d'ha dont presque la moitié est habituellement en jachère. Plus de 5,5 millions d'ha sont des propriétés privées. Quelques 300.000 ha sont exploités par les fermes pilotes et les instituts de formation. (Ali, 2011) Le piment est parmi les cultures les plus anciennement cultivées en Algérie. Il est cultivé à travers l'ensemble du pays sur environs 2 400,1 hectares chaque année dans des contextes différents variant de de l'agriculture de subsistance à petite échelle à la culture commerciale à grande échelle Entreprises. En Algérie et la production totale sont estimés à 174 234,1 Tonnes. Le rendement a tendance à varier

considérablement en fonction de nombreux facteurs principalement l'origine de la variété de piment fort Planté qui est étroitement lié au système de culture. (Bedjaoui & al, 2022).

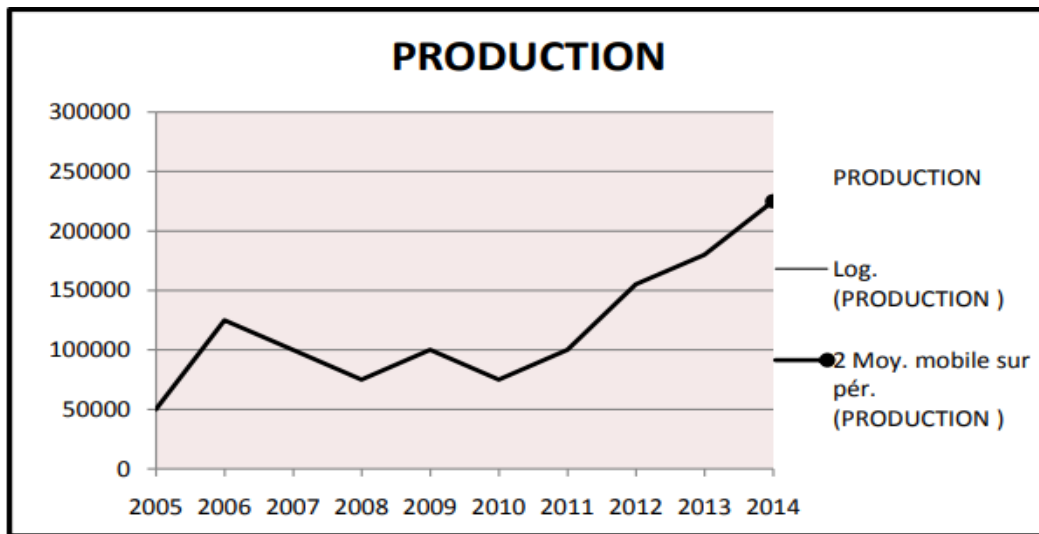


Figure 8 :Evolution de la production de piment en Algérie 2005-2014 (Ousmane, 2019)

On peut constater à partir du graphique ci-dessus que la production du piment augmente d'une année à l'autre (2005 : 97 971 t - 2014 : 233 550 t), en enregistrant un taux d'accroissement d'environ 50%, indiquant ainsi l'importance de cette culture dans la production et la consommation nationale (Figure 08)

Concernant le Wilaya de Biskra, elle assure une grande part de la production agricole au niveau national grâce à la plasticulture développée dans la région. En termes de superficies cultivées en piment, la Wilaya est située en place avancée avec une superficie d'environ 1193 ha (soit 11,65% de la superficie nationale totale) (DSA, 2015)

1.7.2.1 Wilaya de Biskra

Au niveau du Biskra, le secteur agricole a connu une évolution accélérée durant ces dernières années particulièrement en production maraîchère. La production du piment dans la région est accrue d'une année à l'autre grâce à son importance économique et même alimentaire La figure n°10 représente l'évolution de la production du piment pendant la dernière décennie dans la région du Biskra

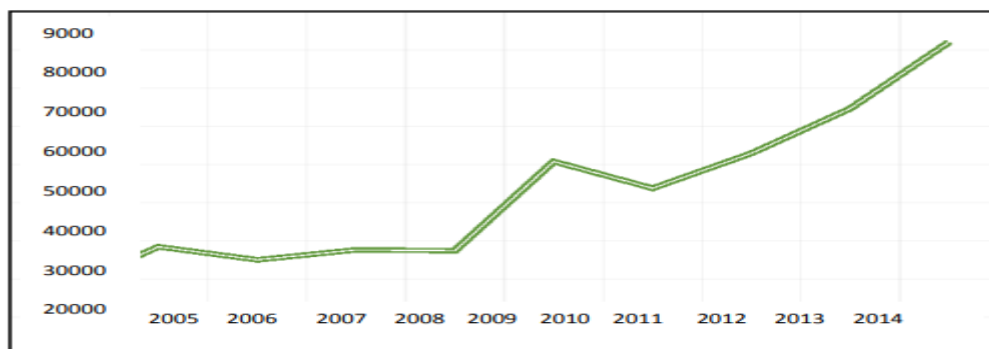


Figure 9 : production du piment dans la wilaya de Biskra depuis 2005- 2014 (DSA, 2015)

D'après le graphique ci-dessus, on peut retenir une augmentation de la production du piment passant de 16 848 t en 2005, à 82 031,4 t en 2014 ; avec un taux d'accroissement estimé de 20,54%. Parallèlement, l'accroissement estimé à 61%, a été noté en superficies occupées par le piment (en 2005 :723 ha, en 2014 : 1193 ha). (DSA, 2015)

Chapitre II

Ressources phytogénétique et composition
chimique et nutritionnelle du piment

II.1 Situation des ressources phytogénétiques du piment

II.1.1 Répartition dans le monde

Par définition Une ressource génétique est, un matériel génétique ayant une valeur effective ou potentielle. (ONU, 1992).

Tableau 3 Les espèces de piment cultivés dans le monde

<i>C. frutescens</i> <i>L</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Une hauteur de plante dépend du climat ; ▪ Des feuilles parfois ovoïdes (Bosland et DeWitt, 1993), formant un feuillage fin ; Des fleurs insérées par paires ▪ Fruits allongés coniques (parfois ronds), très piquants mais peu parfumé ; ▪ Ses fruits sont faciles à sécher.
<i>C. annum</i> <i>L.</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Une plante herbacée de 0,50 à 1,50 m de hauteur ; ▪ Des feuilles simples, larges, molles, pétiolées et alternes, très souvent glabres ; ovales à elliptiques plus ou moins allongées, à sommet aigu ; ▪ Des fleurs généralement solitaires, quelques fois par paires ou en bouquets, petites, blanches, terminales, bisexuées et habituellement pentaméries ; Un fruit baie indéhiscente avec un épais pédoncule qui varie suivant la forme ou la saveur (piquante ou douce). Utilisée surtout comme condiment ;
<i>C. baccatum</i> <i>L</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Un cycle d'environ 120 jours ; ▪ Une fleur a corolle blanche marquée de chevrons jaunes et ses étamines libres ▪ Ne se conserve pas bien car les fruits se déshydratent
<i>C. pubescens</i> <i>Ruiz & Pav</i>	Un cycle de croissance d'au moins 120 jours ; Un grand buisson pérenne qui peut s'élever jusqu'à 3 m de haut ; Des feuilles ovoïdes très poilues (d'où d'ailleurs son nom) ; Des fleurs bleues ;
<i>C. chinense</i> <i>Jacq</i>	Un cycle varie entre 80 et 120 jours en moyenne ; Pousse plus lentement que <i>C. annum</i> ; *Plus vivace et donne 3 à 4 ans des arbustes de 1,5 m de haut avec 2 à 3 cm de diamètre ; Un feuillage plus large et plus gaufré que <i>C. frutescens</i> ; De 2 à 6 fruits par nœuds, de forme variée, en lanterne, ou très plats côtelés,

(Nondah, 2004)

Les piments cultivés appartiennent à deux espèces : *Capsicum annum* et *Capsicum frutescens*. La classification de nombreuses variétés de *C annum* se fonde sur la forme des fruits et leur teneur en Capsaïcine une substance active qui se trouve principalement dans le placenta des fruits et qui lui donne ce goût extrêmement âpre.

- Les variétés sans Capsaïcine (et à gros fruits sont appelées poivrons et consommées comme légumes ;
- Les variétés à Capsaïcine souvent de forme allongée, se retrouvent sous l'appellation piment de Cayenne. (Michel et al, 1997).

La grande variabilité de *Capsicum* a été largement exploitée par les sélectionneurs. Trois variétés anciennes sont conservées dans un registre annexe du catalogue officiel pour les jardiniers amateurs. On classe les variétés en 3 catégories :

- Les poivrons à gros fruits doux de différentes formes ;
- Les piments à petits fruits pointus et à saveur plus ou moins brûlante ;
- Les piments doux à petits fruits pointus non-piquants (Marchoux et al, 2008)

II.1.2 Composition chimique et nutritionnelle du piment

II.1.2.1 Composition chimique

Le piment est composé de substances azotées, de cellulose, d'huile, d'eau, de sels minéraux et d'essence aromatique. Du point de vue nutritionnel le piment renferme de nombreuses vitamines, notamment des vitamines A, B6, C, E, K, et PP. Il constitue également une source de minéraux et oligo-éléments tels que le cuivre, le calcium, le fer, le manganèse, le magnésium ou le potassium. Très intéressant sur le plan de la santé, le piment est riche en antioxydants de la classe des flavonoïdes, comme la lutéoline et la quercétine, deux molécules qui aident les cellules à lutter contre le stress oxydatif provoqué par les radicaux libres à l'origine de différents troubles et maladies. (Kolev, 1976)

II.1.3.2 Composition nutritionnelle

Les graines de piment contiennent quant à elles un principe actif apprécié en médecine et en santé naturelle : la capsaïcine. Ce composé chimique est celui qui donne une saveur piquante aux piments forts et très forts. C'est elle qui est responsable de la sensation de chaleur et de brûlure sur les papilles lors de l'ingestion de plats pimentés. Plus il y a de capsaïcine dans un aliment, plus celui-ci brûle la bouche (Ounada, 1993)

Tableau 4 Composition du fruit de piment

Pourcentage	Composition
7 à 13%	Matières sèches
3 à 6%	Sucre
0,2 à 0,4%	Acides organiques
1 à 1,9%	Protéines

(Kolev, 1976)

Le fruit du piment est une source excellente de vitamine C; très riche en carotène (provitamine A) et en vitamine B1 et B2. Aussi, il contient de grandes quantités de sels minéraux (**K**, Ca, Mg, **P**, Cl) (Ounada, 1993)

Au sein de la composition du piment, la capsaïcine est la molécule qui retient le plus l'attention. Connue des producteurs et amateurs d'épices, elle est présente dans de nombreux condiments piquants tels que la sauce Tabasco, le pili-pili, la purée et la poudre de piment, la Harissa, le curry ou encore la sauce Thaï. Elle est parfois employée dans l'industrie alimentaire pour relever certains plats préparés tels que le Chili con carne, les marinades ou le couscous. En restauration, les piments riches en capsaïcine permettent de rehausser le goût des viandes, poissons, crevettes et légumes grillés ou bien des sauces. Mais la capsaïcine est aussi très appréciée pour la fabrication de compléments alimentaires minceur, car elle contribue à diminuer l'appétit et aide à brûler les graisses en augmentant le métabolisme de base. (S, Kosuge et Inagaki, , 1962)

Les piments sont évalués en fonction de leurs goûts piquant du a la capsaïcine qu'ils contiennent sous l'échelle de scoville L'échelle de classement de Scoville mise au point en 1912 permet de lister et hiérarchiser différentes substances en fonction de leur pouvoir piquant. Elle débute à 0 unité Scoville (SHU) avec les poivrons les plus doux et se hisse à 16 000 000 000 avec la résinifératoxine. Avec ses 16 000 000 de SHU, la capsaïcine est une substance très irritante. C'est pourquoi les piments en contenant une grosse quantité sont aussi les plus forts du monde. Les piments rouges sont généralement très riches en capsaïcine. C'est eux qui sont utilisés pour l'extraction de celle-ci en vue de l'intégrer dans un médicament ou un complément alimentaire. Pour réduire le risque de brûlure avec la capsaïcine pure, il est nécessaire de prendre des précautions pendant sa manipulation ou de la conditionner de manière à atténuer la sensation de chaleur lors de l'ingestion. (Gauthier, 2024)

II.1.3.3 Utilisation du piment

Les poivre et piments sont une composante inévitable de l'Algérien mais aussi du régime alimentaire de la population. Il est consommé sous diverses formes, y compris consommation fraîche, poudre sèche et pâtes. Le piment piquant d'Algérie (800 à 1000 sur l'échelle de Scoville) s'utilise en cuisine, cru dans les salades de tomates, les crudités comme la salade d'Oran ou cuit dans le fefel algérien, la chakchouka au riz ou à la viande hachée épicée ou grillé au barbecue et servi avec de l'ail et de l'huile d'olive. Ce piment peut servir à faire une Harissa peu piquante, utilisée dans la cuisine du Maghreb. La peau du piment est souvent indigeste et la tradition veut qu'on la retire en la faisant griller au four. Sur l'échelle de Scoville simplifiée ce piment a une force de 3 sur 10. Le piment est aussi une plante médicinale apprécié pour sa teneur en vitamine A et C, bon pour la mémoire. A noter que les piments et poivrons lorsqu'ils sont encore verts (stade avant maturité) sont moins intéressants en apports nutritionnels que les poivrons et piments rouges. Les piments forts sont efficaces pour lutter contre les douleurs. Ce piment s'accommode à merveille avec le basilic marseillais. (Deloulay, 2024)

Deuxième partie :

Etude expérimentale

Chapitre III :

Matériels et méthode

III.1 Objectif

Les objectifs de cette étude s'inscrivent dans un cadre général de contribution à l'exploration de quelques paramètres physico-chimiques des variétés locales de piment cultivées en Algérie ; plus précisément appliqué aux variétés locales en approchant, d'une part, la diversité génétique du piment dans la zone d'étude et d'autre part, en contribuant à apporter des informations sur les caractéristiques de ces variétés.

III.2 Matériels et Méthodes

Notre étude est basée sur une approche scientifiques des différentes variétés locale Algérienne de piment, leurs grandes potentialités en termes de production et de qualité. Les échantillons analysés ont été collectées auprès d'une exploitation de piment sous serre situé dans la wilaya de Biskra plus précisément à M'Ziraa. Le choix de la commune d'étude est basé sur l'importance du piment et des variétés produite dans cette commune en termes de superficies et de productions par rapport à l'ensemble des communes de la wilaya et du reste du pays.





La méthode utilisée est celle de l'échantillonnage raisonné, nous nous somme concentré sur la sélection d'un nombre de fruits précis pour chaque variété répertorié et disponibles. Pour l'obtentions de nos donnée et résultats, nous avons effectué par la suite des analyses chimiques au sein du laboratoire d'analyse végétale du département des sciences agronomiques:








Les études statistiques nous permettent d'identifier les relations potentielles existante et offre la possibilité de visualiser et quantifier la similarité et les différences ~~et~~ les différentes variétés à travers plusieurs traits

III.2.1 Matériel végétal

Les échantillons de piments pris comme matériel végétale au cours de notre étude ont été cueillit pour les 12 variétés à la main sur une exploitation de piment sous serre ; on a choisi les plantes les plus vigoureuse et ayant des fruits en parfaite santé sans tache ni attaque de ravageur. C'est dernier ont été conserver sous température froide a environs 3°C durant la partie expérimentale. Pour chacune des 12 variétés, 5 à 7 fruits ont été cueillit : il s'agis de fruits propre et n'ayant pas subît d'attaque ni de dégâts

Tableau 5 Photo original des variétés utiliser comme matériels

Numéro	Code	Echantillon de fruit
V1 :	:BAADJE (Baj)	
V2 :	TOLGA (TLG)	
V3 :	TOUGGOURT (TGR)	
V4 :	ZRIBAT (ZRT)	

V5 :	M'ZIRAA (MZR)	
V6 :	BARIKA (BRK)	
V7 :	OULED DJELALE (ODJ)	
V8	LIOUA (LIO)	
V9 :	MAGREN (MGR)	
V10 :	ATID (ATD)	
V11 :	LIZERG (LZG)	

V12 :	SIDI OUME (SDM)	
--------------	-----------------	--

(Photos originales)

Onze (11) de ces variétés sont des variétés population locales typiquement algérienne ;
Seul la variété ATID est une variété population hybride locale

III.2.2 Paramètres étudiés

III.2.2.1 Paramètres morphologiques

Par définition un caractère quantitatif est un caractère associé à une variable α correspondant à une information mesurable. Dans notre étude nous nous sommes penchés sur les paramètres quantitatifs d'évaluation suivant :

Par définition un caractère ou paramètre morphologique est une étude de la configuration et de la structure externe d'un organe comme par exemple la forme apparence ...etc. dans notre travail nous nous sommes penchés sur des paramètres morphologiques quantifiables c'est à dire un caractère associé à une variable α correspondant à une information mesurable. Dans notre étude nous nous sommes penchés sur les paramètres quantitatifs d'évaluation suivant :

- Le poids du fruit
- La taille ou la dimension (longueur et largeur)

Pour la détermination de ces paramètres nous avons eu besoin des matériaux suivant :

- Une balance électronique : donnant le poids numérique en g de nos échantillons
- Un pied à coulisse : donnant les dimensions longueur et largeur



Figure 10 : Balance électronique (original)



Figure 11 Pied à coulisse (original)

III.2.2.2 Paramètres chimiques

Nous avons effectué sur l'ensemble de nos échantillons les analyses suivantes :

- : pH
- Teneur en eau (H°),
- ST, taux de sucre totaux
- Dosage ou teneur en éléments minéraux (P, Na, K)

III.2.2.2.1 pH

Le pH ici est déterminé par la différence de potentiel existant entre deux électrodes en verre plongées dans une solution aqueuse de la chaire du piment broyée

III.2.2.2.1.1 Matériels

- Eau distillée
- Mortier
- Papier filtre
- pH mètre

III.2.2.2.1.2 Mode opératoire

- Peser 10 g de fruits de piment coupés en petits morceaux
- Broyer cordialement puis ajouter 100 ml d'eau distillée
- Mélangés et chauffer à 50°C pendant 30 min

- Filtrer en utilisant un papier filtre
- Le pH est directement déterminé à l'aide d'un pH-mètre.



Figure 12 Image réelle broyage des échantillons (original)



Figure 13 Image réelle filtration des échantillons (original)



Figure 14 Lecture au pH mètre(original)

III.2.2.2.2 La teneur en eau

III.2.2.2.1 Mode opératoire

La teneur en eau des fruits et légumes peut être déterminée en pesant leur poids humide et sèche selon la méthode suivante :

- 10 grammes de fruit p_1 Pendant 24 heures, sécher à 80°C-90°C dans une étuve. –
- Peser les après le séchage p_2

$$\text{Teneur en eau} \quad H \% = \frac{p_1 - p_2}{p_1} \times 100$$

Soit : H% : teneur en eau ou humidité ;

P1 : masse initiale « avant séchage » « matière fraîche + eau » ;

P2 : masse finale « après séchage » « matière sèche » ;

III.2.2.2.3 Taux de sucre totaux ST

Mesure au moyen de réfractomètre, de l'indice de réfraction d'une solution d'essai à la température de 20°C. Puis conversion à l'aide d'une table, de l'indice de réfraction en résidu sec soluble, ou lecture directe du résidu sec soluble sur le réfractomètre.

III.2.2.2.3.1 Matériels

- Eau distillée
- Mortier
- Papier filtre
- Réfractomètre

III.2.2.2.3.2 Mode opératoire

Pour la préparation de nos solutions échantillons, nous avons procédé avec le même principe de préparation des solutions utilisé pour déterminer le pH à savoir

- Peser 10 g de fruits de piment coupés en petits morceaux
- Broyer convenablement puis ajouter 100 ml d'eau distillée
- Mélangés et chauffer à 50°C pendant 30 min
- Filtrer en utilisant un papier filtre

- Prélevez une goutte que l'on dépose sur le réfractomètre qui nous donne une lecture directe l'expression de résultats

Remarque: Le réfractomètre doit être réglé au 0 avec de l'eau distillée.



Figure 15 Image réelle chauffage et agitations des échantillons (original)



Figure 16 Image réelle lecture au réfractomètre (original)

NB : Le facteur de dilution utilisé est D=10 (100 ml d'eau distillé pour dilué la solution)

Les résultats de l'échantillon sont calculés à partir de de la formule ci-dessous :

$$ST \% = \frac{A * D * 4.25}{4} - 2.5$$

- **A** : correspond à la quantité de matière sèche soluble donnée par le réfractomètre.
- **D** : Facteur de dilution
- **4.25, 2.5, et 4** : Coefficient de transformation

III.2.2.2.4 Dosage des éléments minéraux (Na, P, K)

On entend par dosage d'un élément chimique la détermination de la quantité d'un élément contenue dans l'échantillon tester, pour notre part il s'agit de la quantité de l'élément chimique à doser contenue dans un fruit de piment exprimée pour notre étude en ppm

III.2.2.2.4.1 Dosage des éléments phosphore et potassium (P et K)

Nous détaillons dans la partie qui suit le principe que l'on utilisera pour déterminer les quantités d'éléments souhaités à savoir le P et K

III.2.2.2.4.1.1 Réactifs utilisés

- Solution HCl 2N
- Solution vanadomolibdique

III.2.2.2.4.1.2 Matériels

- Agitateur
- Spectromètre à flamme
- Spectromètre à UV



Figure 17 Spectrophotomètre à UV (original)
(dosage du phosphore végétal) (original)



Figure 18: spectromètre à flamme (dosage Na, et K)

III.2.2.2.4.1.3 Mode opératoire

- Porter 0.5 g de matière végétale, séchée préalablement à 105°C dans un creuset en porcelaine, calciner à 550°C dans un four à moufle pendant 24h jusqu'à l'obtention des cendres blanches ;
- Sortir l'échantillon et laisser refroidir ; Transférer les cendres dans un bécher de 100 ml et ajouter 5 ml HCl (2N),

- Couvrir d'un verre de montre ; Digérer à ébullir doucement sur une plaque chauffante pendant 10 mn-15mn;
- Après refroidissement, ajouter 25 ml d'eau distillée, puis filtrer dans une fiole de 50 ml et avec un papier filtre, ajuster avec l'eau distillée à 50 ml ;
- Prélever 10 ml de l'extrait préparé + 10 ml de vanadomolybdique et l'on complète à 100 ml
- Mélangé puis laisser au repos 30 min
- Cet extrait sert au dosage des éléments Phosphore et potassium en utilisant le photomètre à flamme et le spectromètre à UV



Figure 19 : Image réel fourre à moufle
(original)



Figure 20 : Echantillons préparés pour le dosage de , P et K
(original)

III.2.2.2.4.2 Dosage des éléments Sodium Na

III.2.2.2.4.2.1 Mode opératoire

- Porter 0.5 g de matière végétale, séchée préalablement à 105°C dans un creuset en porcelaine, calciner à 550°C dans un four à moufle pendant 24h jusqu'à l'obtention des cendres blanches ;
- Sortir l'échantillon et laisser refroidir ; Transférer les cendres dans un bécher de 100 ml et ajouter 5 ml HCl (2N),
- Couvrir d'un verre de montre ; Digérer à ébullir doucement sur une plaque chauffante pendant 10 mn-15mn;
- Après refroidissement, ajouter 25 ml d'eau distillée, puis filtrer dans une fiole de 50 ml et avec un papier filtre, ajuster avec l'eau distillée à 50 ml ;



Figure 21 Lecture dosage des éléments sodium au spectromètre à flamme (original)

IV.3 Analyse statistique

Pour l'analyse statistique des données, nous avons établis la matrice à partir de la moyenne des prélevées pour chaque paramètre. Aussi, pour une simple présentation et un regroupement nous avons rassemblé nos résultats selon les dispositions des 12 variété étudier

Le traitement des données a été effectué par le logiciel xLSTAT (2014.5.03). Les analyses concernent :

- Analyse descriptive
- Analyse des corrélations de Pearson ;
- Analyse multi variée par : ACP (Analyse en Composante Principale) et CAH
- (Classification Ascendante Hiérarchique).

IV.4 Evaluation

Dans cette partie nous allons établir une évaluation de nos différentes variétés par rapport au caractères étudier. Ces résultats seront donc évalués et comparer pour une meilleure interprétation

Chapitre IV :
Résultats et discussion

Chapitre IV : Résultats et discussion

Ce chapitre est consacré aux résultats des analyses réalisées au niveau du laboratoire des différentes variétés de piment étudiées. La première partie sera consacrée aux résultats des paramètres morphologiques et chimiques tandis que la deuxième présentera la discussion

IV. Etudes de quelques paramètres physicochimiques des variétés locales de piment

IV.1 Analyse descriptive

IV.1.1 Paramètres morphologiques

En ce qui suit, nous présentons l'essentiel des résultats que nous avons obtenus pour les paramètres étudiés.

IV.1.1.1 Poids des fruits

Dans la figure 22 nous donnons les résultats du poids en g des 12 variétés objet d'étude

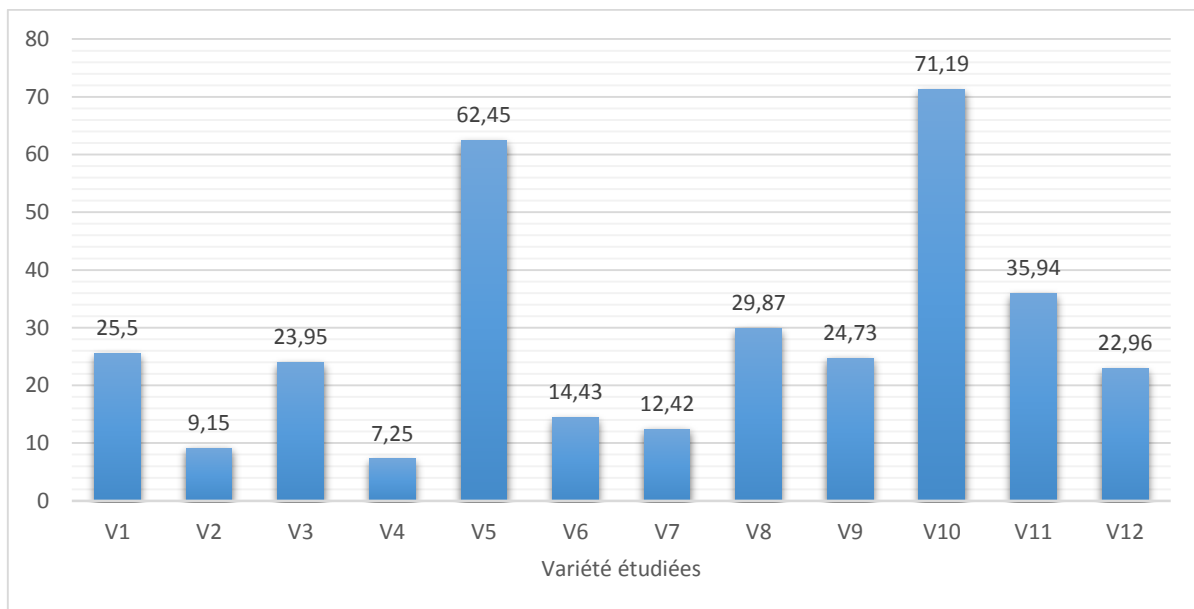


Figure 22 : Variation du poids des échantillon

D'après les résultats des poids secs des échantillons de fruit exposé sur la figure n°26. Nous pouvons observer une variation discontinue entre le poids en g de nos douze (12) échantillons.

Le minimum enregistré est de :

- 7.25g V4 (TOUGGOURT)

Tandis que le maximum enregistré s'élève à

- 71.19g V10 (ATID)

Le coefficient de variation est de 0.675 (tableau 8)

IV.1.1.2 Dimension : Longueur et largeur des fruits

Nous présentons de la figure n°23 les résultats des différentes dimensions : Longueur et largeur des fruits de nos échantillons :

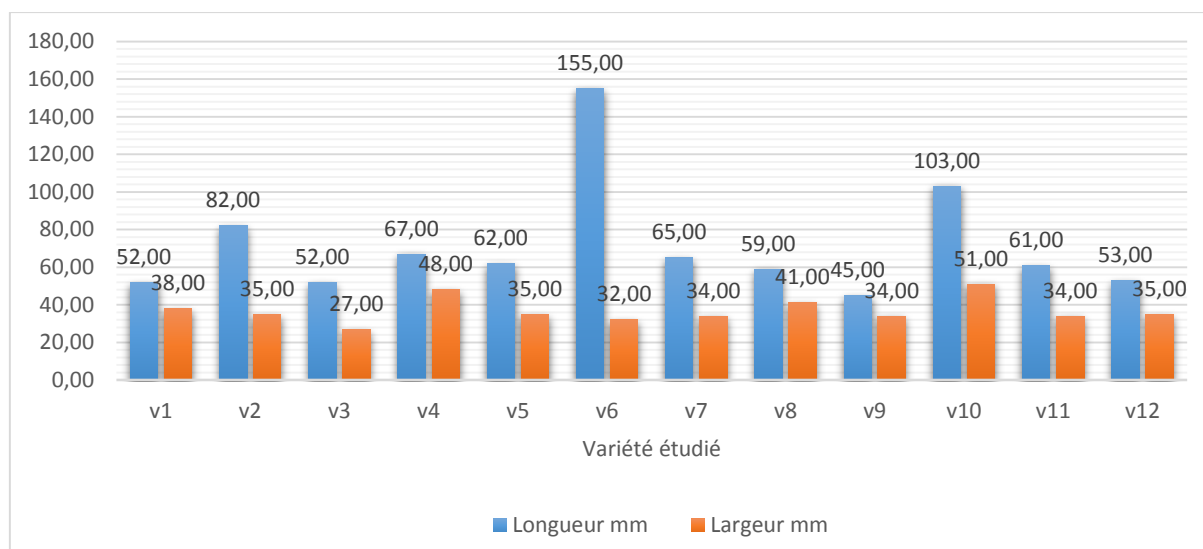


Figure 23 :Variation longueur et largeur des fruits

Selon les résultats des mesures des dimensions il se distingue en terme de longueur :

- V6 : BRK avec la longueur la plus élevée (155mm)
- V9 : MGR avec la longueur la plus faible

En ce concerne le largeur on peut noter :

- V4 : ZRT avec la largeur la plus élevée (48mm)
- V3 : Touggourt avec la largeur la plus faible (27mm)

IV.1.2 Paramètres chimiques

Dans cette partie nous allons agencer les différents résultats des paramètres biochimiques obtenus suite à l'analyse au laboratoire

IV.1.2.1 pH

Le pH des différentes variétés de piment varie souvent en fonction de la région de production, de l'influence environnemental, du type de sol et de variété. Nous avons établi les différents pH de nos variétés comme montré dans la figure 24

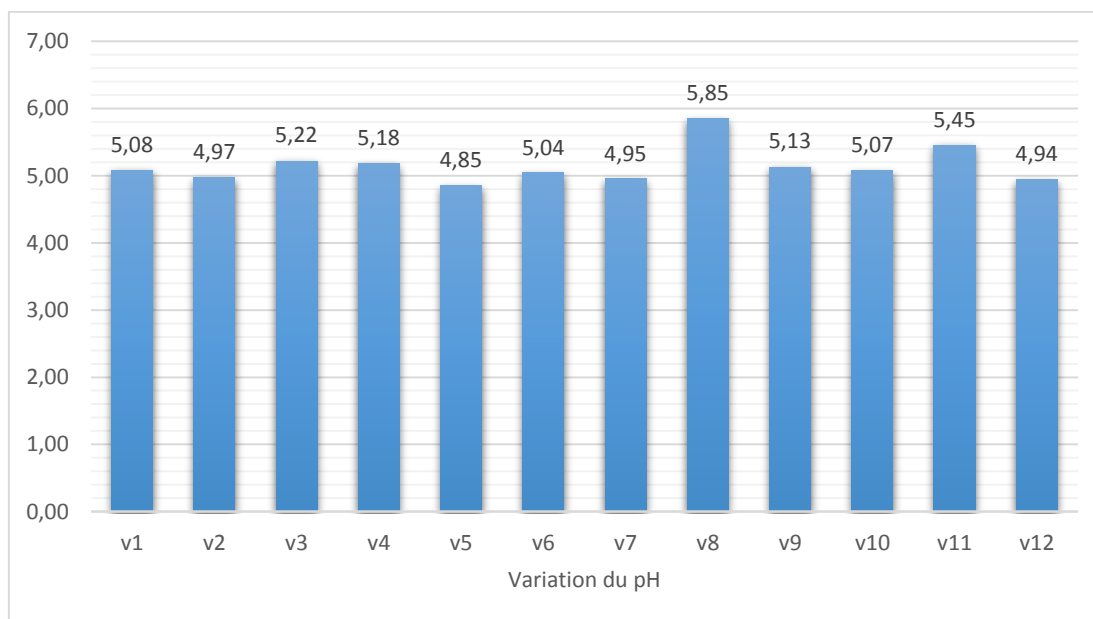


Figure 24 Variation du pH des échantillons

On peut déduire alors à partir de la figure 28 que :

- Toutes les variétés ont un pH légèrement acide aux alentours de la moyenne
- Seule la variété V8 (LIOUA) dont le pH = 5,85 possède un pH non compris dans l'intervalle de la moyenne donnée.
- Toutes les autres variétés respectent cette moyenne et possède de pH variant entre 4,94 et 5,45

IV.1.2.2 Teneur en eau H%

La TE (teneur en eau) de nos 12 variétés les échantillons sont répertoriées dans la figure n°25. Le poids p1 et p2 représente respectivement les poids pesés à la balances électronique avant le séchage, et le poids net après le passage à l'étuve à 80°C durant 24h.

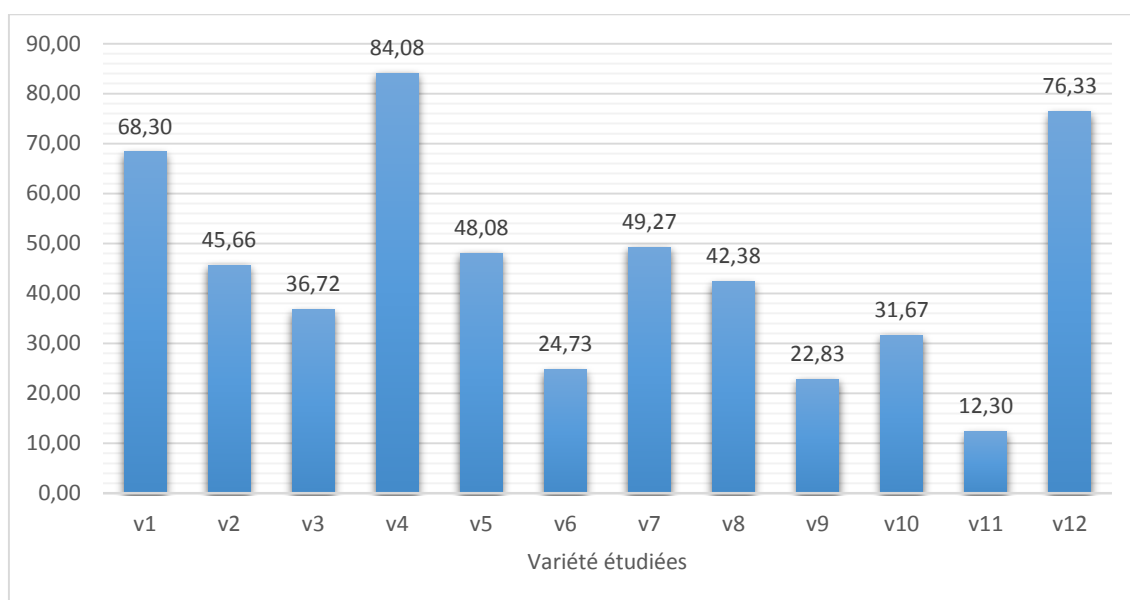


Figure 25 : Variation de la teneur en eau entre les échantillons variétale

Les variétés qui se distingues en terme de teneur en eau dont La moyenne des TE est: 45,19

Est donc

- V4 : TGR qui présente un pourcentage en eau plus élevé que la moyenne de 50% soit 84.08% d'eau
- V11 : LZG qui elle présente le taux le plus faible en eau à savoir 12.30%.

IV.1.2.3 Dosage des sucres totaux

En ce qui concerne le ST, nous avons grâce à la technique du degré brix pu obtenir les différents taux de sucre totaux de nos échantillons

Le degré brix ou le contrôle des solides soluble d'une solution est une technique d'analyse simple précisant par définition la mesure

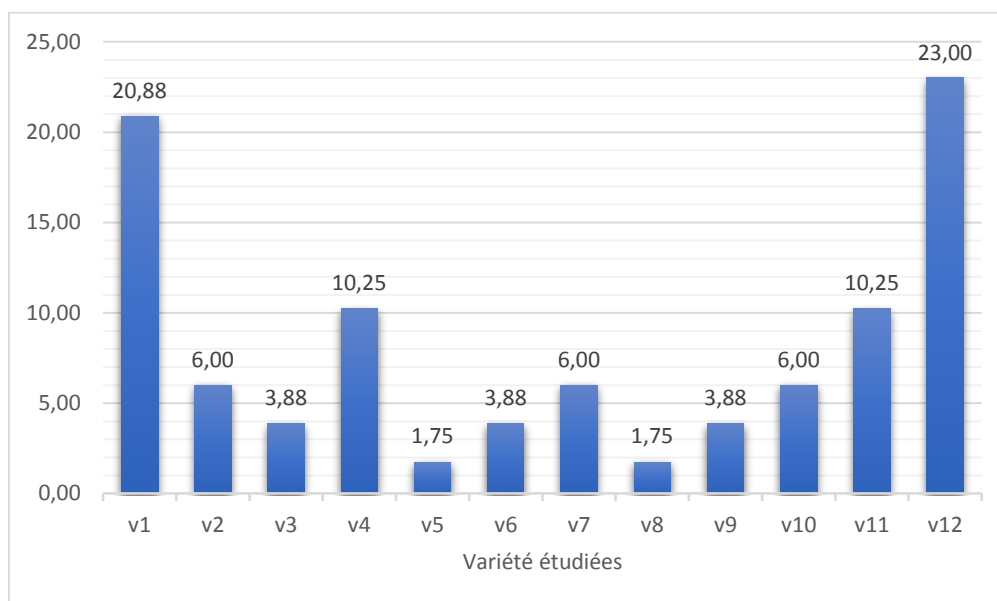


Figure 26 Taux dans les différents échantillons

On remarque alors à partir des résultats de la figure n°26 et en fonction des données ci-dessus que, Quatre (4) possède un TSS > à \bar{X} la moyenne à savoir :

- V1 : BAJ (20,88)
- V4 : ZRT (10,25)
- V11 : LZR (10,25)
- V12 : SDM (23) le plus élevé

Les huit (8) autres variétés possède toutes un TSS < à la moyenne ; néanmoins il se distingue deux variétés ayant le TSS le plus faible de 1,75 chacune:

- V5 : BRK
- V8 : LIO

IV.1.2.4 Dosage des éléments chimiques : Na, P, et K

Dans la partie qui suit, nous avons présenté les différentes valeurs des taux d'élément P, K et Na des échantillons étudiés

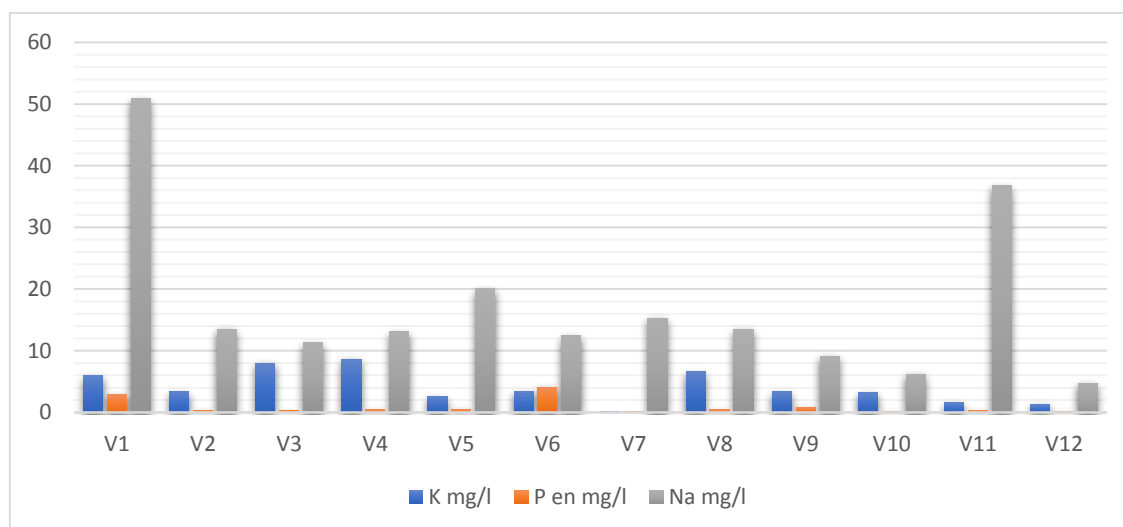


Figure 27 Taux des éléments Na, P et K dans les échantillons

D'après les résultats de la figure 27, on constate par distinction de teneur de potassium K :

- V4 : TGR avec un taux de potassium k de 8, 59m.g k+/g. (le plus élevé)
- V7 : ODJ possède elle le plus faible taux de potassium soit 0.12mg K+/g.
- La moyenne des teneur k = 4,006

Pour le taux d'élément phosphore il se démarque :

- La variété V1: BAJ avec un taux de phosphore de 2,88 mg de P/g. (plus élevé)
- La variété V7 : ODJ possède elle le plus faible taux de phosphore soit 0.13mg P
- La moyenne ici est de 0,888

Enfin, on remarque pour le taux de sodium contenu dans les échantillons la distinction de

- V1 : BAJ avec le taux le plus élevé 50,93 mg de Na/g
- V12 : SDM avec le plus faible taux 4,74mg de Na/g
- Et la moyenne est égale à 13,418

IV.1.2.5 Coefficient de variation

Le calcul du coefficient de variation pour chacun des paramètres étudiés est présenté dans la figure 32

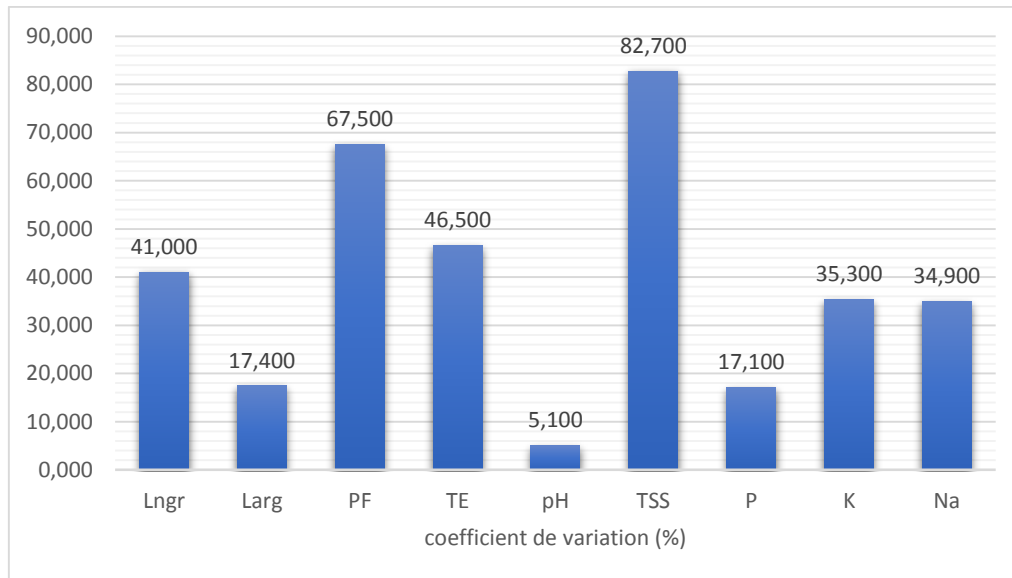


Figure 28 Coefficient de variation des paramètres étudiés

D'après les données la figure 28 on peut noter comme information par rapport au coefficient de variation que :

- Les paramètres ayant les coefficients de variation les plus élevés sont ceux avec la plus grande variabilité entre les échantillons à savoir PF et TSS
- Les paramètres ayant les coefficients de variation les plus faibles sont ceux qui ont une faible variabilité entre les échantillons étudiés et donc sont les plus stables à savoir le pH et la largeur.

IV.2 Analyse multivariée

A partir de la matrice de données obtenue, nous avons pu effectuer une série d'analyse nous menant à des résultats intéressants.

IV.2.1 Analyse des corrélations

L'analyse détaillée des corrélations liant les 09 paramètres de l'étude révèle un nombre important de caractères corrélés positivement et négativement

Tableau 6 Matrice de corrélation

Variables	Longueur	Largeur	Poids frais	Teneur H%	pH	TSS	P	K	Na
Longueur	1	0,117	0,004	-0,304	-0,303	-0,275	0,592	-0,132	-0,232
Largeur		1	0,335	0,321	0,036	0,086	-0,173	0,227	-0,101
Poids frais			1	-0,312	-0,099	-0,201	-0,212	-0,200	0,013
teneur H%				1	0,164	0,594	-0,084	0,305	0,025
pH					1	0,382	-0,244	0,073	-0,157
TSS						1	0,123	-0,082	0,380
P							1	0,114	0,360
K								1	0,060
Na									1

A partir du tableau ci-dessus, il apparaît des corrélations positives et négatives entre les paramètres des variétés choisies. Nous retenons comme corrélation positive des paramètres qui se distinguent :

- **Longueur et P** : La longueur des fruits a une corrélation positive de 0,592 avec le taux de phosphore P
- **Le TSS** donne une corrélation positive avec la Teneur en eau H% et le pH respectivement de 0,594 et 0,382:
- **La teneur en eau** quant à elle mène à une corrélation positive avec le taux d'élément K de 0,305
- **Le taux de sodium Na** démontre une corrélation positive avec le taux de phosphore et de potassium respectivement de 0,38 et 0,36

IV.2.2 Analyse en composantes principales

L'analyse en composantes principales (ACP) est une méthode très efficace pour analyser les données (continues ou discrètes), se présentant sous la forme de tableau M observations/N variables. Elle permet de :

- Visualiser et analyser rapidement les corrélations entre les N variables ;
- Visualiser et analyser les M observations initialement décrites par N variables sur un graphique à deux ou trois dimensions, construit de manière à ce que la dispersion entre les données soit aussi bien préservée que possible (XLSTAT, 2016).

L'objectif de l'emploi de cette méthode d'analyse est qu'on cherche si l'on peut distinguer des groupes paramètres homogènes observées (sur les échantillons) en notant celles qui se ressemblent et celles qui se distinguent des autres.

Pour les variables (paramètres étudiés), on cherche quelles sont celles qui sont très corrélées entre elles et celles qui, au contraire, ne sont pas corrélées aux autres. (Robine & Duby, 2006). Lors de notre analyse de la diversité génétique du piment local, nous avons étudié 12 variétés à travers 9 paramètres définis.

Ainsi, cette méthode permet de ressortir les meilleurs groupes de variété qui serviront de matériel pour des travaux de sélection, d'amélioration ou de valorisation.

IV.1.2.1 Valeurs propres

Rappelons qu'une valeur propre représente la variance des observations sur l'axe correspondant.

Tableau 7 : Valeurs propres

	F1	F2	F3
Valeur propre	2,284	1,781	1,382
Variabilité (%)	25,37	19,78	15,35
% cumulé	25,37	45,16	60,51

Nous remarquons à travers le tableau n°7 que le pourcentage de variabilité expliqué

par les trois premiers axes est respectivement : de 25.37% (F1), de 45.163 % (F2) et de 60,517% (F3).

Ainsi, une lecture du même tableau montre que :

- Une valeur propre de 2,284 sur l'axe 1, explique 25,376 l'information initiale ;
- Une valeur propre de 1,781 sur l'axe 2, explique 19,787 % de la variabilité ;
- Une valeur propre de 1,382 sur l'axe 3 permet d'expliquer 15,355 % de la variabilité.

Ainsi, nous considérons ces trois axes 1, 2 et 3 pour rendre compte de la distribution des variables (descripteurs des paramètres morphologique et chimique) et des observations (variétés). Nous remarquons à travers le que le pourcentage de variabilité expliqué par les trois premiers axes est respectivement : de 25.37% (F1), de 45,16% (F2) et de 60,51% (F3)

Pour la représentation, il faut sélectionner les variables les plus significatives ; à savoir celles dont les cosinus au carré sont proches de 1, ou à défaut, celles dont les valeurs des cosinus au carré sont les plus élevées au niveau des axes considérés. En effet, la qualité de représentation est déterminée selon le degré de corrélation de la variable à l'axe (plus une variable est corrélée à un axe, plus elle a une meilleure qualité de représentation et plus elle contribue à l'explication de la variation contenue dans ce même axe).

Tableau 8 : Coordonnées et cosinus carré des variables

Variable		AXE 1		AXE 2		AXE 3	
N	Code	Coord	Cos ²	Coord	Cos ²	Coord	Cos ²
1	Lgr	-0,661	0,437	0,345	0,119	0,426	0,182
2	Larg	0,201	0,041	-0,309	0,096	0,796	0,633
3	PF	-0,302	0,091	-0,506	0,256	0,129	0,017
4	TE	0,793	0,629	0,133	0,018	0,349	0,122
5	pH	0,556	0,309	-0,258	0,067	-0,182	0,033
6	TSS	0,749	0,561	0,349	0,122	-0,115	0,013
7	P	-0,283	0,080	0,872	0,760	0,184	0,034
8	K	0,308	0,095	0,144	0,021	0,546	0,298
9	Na	0,204	0,042	0,568	0,323	-0,224	0,050

Le tableau n°8 relatif aux valeurs des coordonnées et des cosinus au carré montre que :

- 1ère composante principale : les variables longueur, teneur en eau et ST contribuent à la formation du 1er axe.
- 2ème composante principale : la variable : Taux de phosphore P explique la variation contenue au 2ème axe.
- 3ème composante principale : la variable Largeur des fruits contribuent le plus à la formation du 3ème axe.

Tableau 9 :Coordonnées et cosinus carré des variétés sur les axes principaux

Variétés		AXE 1		AXE 2		AXE 3	
N°	Code	Coord	Cos ²	Coord	Cos ²	Coord	Cos ²
1	BAJ	1,896	0,229	2,831	0,510	0,181	0,002
2	TLG	-0,436	0,081	0,158	0,011	-0,175	0,013
3	ZRT	-0,054	0,000	-0,299	0,014	-0,647	0,066
4	TGR	1,972	0,350	0,112	0,001	2,355	0,499
5	MZR	-1,091	0,197	-0,846	0,118	-0,179	0,005
6	BRK	-2,833	0,439	2,598	0,369	0,673	0,025
7	ODJ	-0,372	0,031	-0,169	0,006	-1,038	0,239
8	LIO	0,638	0,065	-1,168	0,218	0,508	0,041
9	MGR	-0,772	0,191	-0,658	0,139	-0,867	0,241
10	ATD	-1,375	0,148	-1,897	0,281	1,952	0,298
11	LZG	-0,293	0,012	-0,088	0,001	-1,803	0,474
12	SDM	2,719	0,506	-0,574	0,023	-0,960	0,063

Le tableau n°9 montre que :

- 1ère composante principale est formée par les variétés BARIKA (BRK) et SIDI OUNE (SDM) ;
- 2ème composante principale : la Variété BAADJE (BAJ) contribue le plus à la formation du 2ème axe
- 3ème composante principale : les Variétés TOUGGOURT (TGR), ATID (ATD) et LIZERG (LZG) expliquent la variation portée par le 3ème axe.

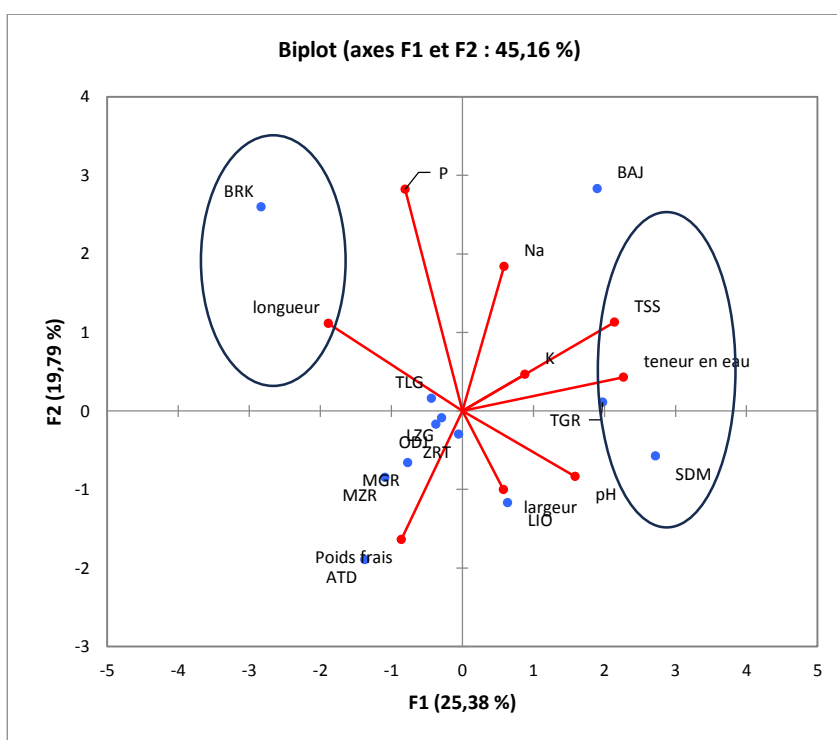


Figure 29 Cercle de corrélation des variables par rapport aux axes 1 et 2.

A travers la figure 29 nous remarquons que les variétés sont dispersées sur le plan ce qui signifie qu'il existe une importante diversité entre elles. La répartition de ces génotypes sur le plan est une preuve de leur distance dans l'espace, donc de leur distinction.

Ainsi nous pouvons conclure en regroupant l'ensemble de notre analyse (des descripteurs paramétriques et des variétés) que, les observations qui s'éloignent du centre du cercle vers la droite renferment les valeurs extrêmes des variables se trouvant dans cette même partie du plan. En effet, chaque variété se caractérise par les valeurs extrêmes des paramètres projetés les plus proches à elle dans le plan. Ceci nous permet donc de caractériser les populations étudiées comme suit:

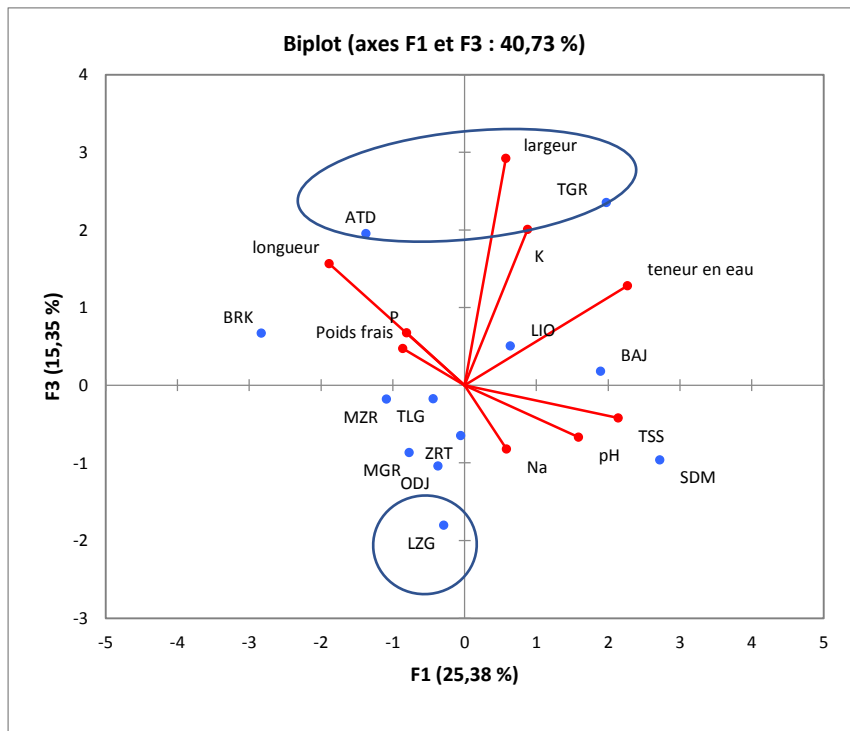


Figure 30 Cercle de corrélation des variétés par rapport aux axes 1 et 3.

L'un des avantages de l'ACP est qu'elle fournit à la fois une visualisation optimale des variables (paramètres étudiés) et des variétés, et des biplots superposant les deux sur un même plan (Figure 32 et 33). D'après la figure n°30 on peut donc déduire

- ❖ Les variétés SIDI OUME (SDM) se caractérisent par le TSS, le TE les plus importantes contrairement à la variété BARIKA (BRK) qui se caractérise avec la plus grande longueur
- ❖ Les variétés ATID (ATD), TOUGGOURT (TGR), se caractérisent par la plus grande largeur contrairement à la variété TLG qui a par conséquent une très faible largeur.

IV.1.3.1 Analyse par Classification ascendante hiérarchique

La CAH est une classification de simple principe consiste à calculer la dissimilarité entre les individus (variété dans notre étude), et les regrouper en classes homogènes. Ces regroupements successifs produisent un arbre binaire de classification (dendrogramme), dont la racine correspond à la classe regroupant l'ensemble des individus. Ce dendrogramme représente une hiérarchie de partitions. Une partition peut être choisie en tronquant l'arbre à un niveau donné, le niveau dépendant soit des contraintes de l'utilisateur (l'utilisateur sait combien de classes il veut obtenir), soit de critères plus objectifs (XLSTAT, 2015).

La classification ascendante hiérarchique des populations, en basant sur les paramètres étudiés, a permis de bien illustrer les groupes et les sous-groupes de populations selon la méthode de dissimilarité générale

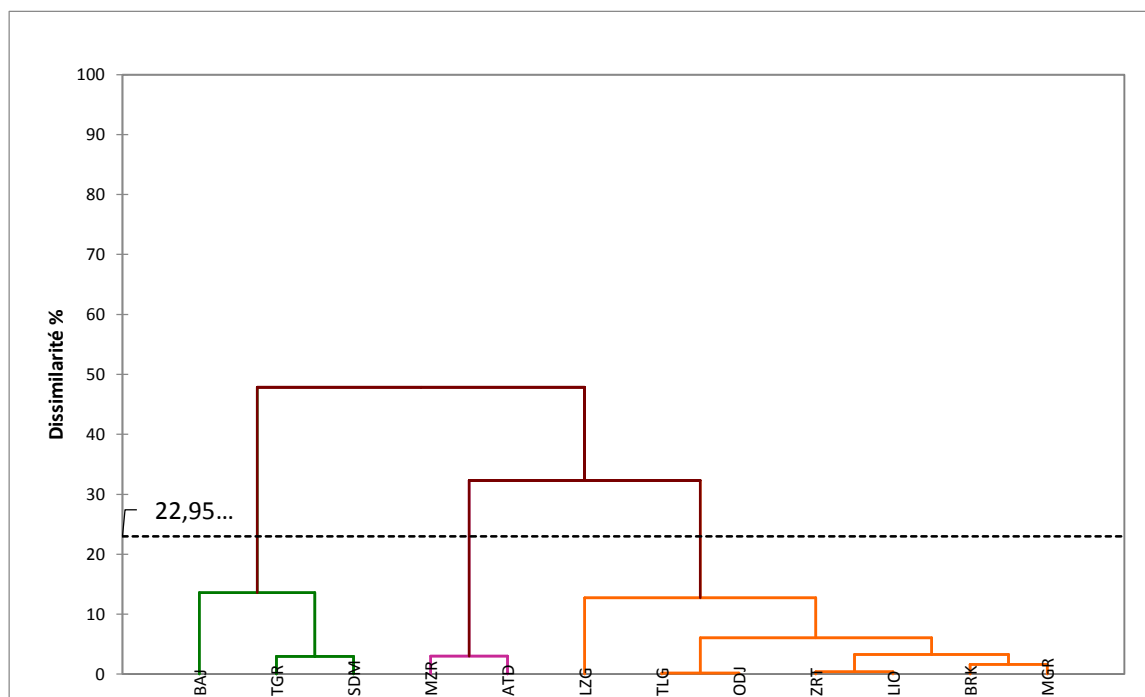


Figure 31 Classification ascendante hiérarchique des populations étudiées

Le dendrogramme montre un niveau de dissimilarité variant 0,1 et 0,48; comme il nous a permis de déduire les conclusions suivantes :

Concernant les variétés les plus similaires, la classification ascendante hiérarchique révèle les groupes les plus proches par ordre croissant suivants :

- 1** TOLGA et OULED DJELALLE (TLG-ODJ) : Cela pouvant s'expliquer par une similarité géographique car ils proviennent tous deux de la même région
- 2** ZRIBAT et LIOUA (ZRT-LIO) : Avec un niveau de dissimilarité aussi faible que le premier groupe
- 3** BARIKA et MAGREN (BRK-MGR) : Troisième groupe ayant une similarité élevée

La troncature à un niveau de dissimilarité à fait ressortit 03 classes dont chacune renferme les variétés les plus homogènes à l'intérieur du même groupe mais hétérogènes d'une classe à une autre. En fonction de la figure n°31 nous avons donc :

- La première classe composée de BAADJE (BAJ), TOUGGOURT (TGR), SIDI OUME (SDM) :
- La deuxième classe comprend le plus grand nombre de variété LIZERG (LZG), TOLGA (TLG), ZRIBAT (ZRT), BARIKA (BRK), MAGREN (MGR), LIOUA (LIO), OULED DJELALLE (ODJ)
- Et la troisième classe comprend M'ZIRAA (MZR), ATID (ATD)

IV.4 Discussion

En fonction des résultats obtenus et agencer si dessus, il se dégage

En premier lieu, pour les paramètres étudiés, une variation non négligeable entre les variétés et même au sein de la même variété est observée chez certaines variétés. Néanmoins selon les résultats du tableau n°4 les caractères mes plus stable entre nos échantillons sont le pH et la largeur des fruits. Une étude de Bedjaoui et al. (2022) a révélé une variance largeur de 9,78. Ces valeurs qui sont légèrement supérieures aux notre s'expliquant par l'utilisation au cours de leurs travaux de beaucoup plus d'échantillons (21) mais dont les résultats restent non éloignés. Pour la corrélation obtenue entre le sodium et le potassium, l'étude de Bouassaba (2018) que le comportement biochimique et anatomique de deux variété de piment a montré que plus le taux de salinité est élevé, plus la teneur en potassium augmente avec Avec $r= 0,579$ (supérieure au notre $R= 0.380$).

L'analyse par classification ascendante hiérarchique a en outre révélé plusieurs informations sur la classification de nos variétés. L'étude de Badache (2015) a révélé un niveau de dissimilarité variant 0,21 à 1,44 qui diffère de celui noté dans notre étude (de 0,1 à 0,48). Une étude de Bharath et al. (2013) qui a pris en considération différentes espèces du genre capsicum a révélé un niveau de dissimilarité variant 0,2 à 0,78.

D'autre part, le nombre de clusters que nous avons obtenus au niveau de la troncature (0,23%) est de 3, alors que d'autres études ont dégagé 6 groupes (troncature à 0,9%). Cette différence peut être expliquée par le nombre de caractères considérés notamment les caractères qualitatifs. Néanmoins cette analyse nous a montré une diversité inter – variétale qui pourrai être une source précieuse pour l'amélioration de nos variétés de piment locales. Il faut toutefois, souligner qu'en comparaison avec la variété hybride ATID (ATD), nous avons observé un rapprochement avec la variété TOUGGOURT (TGR), en ce qui concerne la largeur du fruit et avec la variété M'ZIRAA (MZR) pour le poids frais. Ces paramètres se révèlent très intéressant ergonomiquement ce qui fait de ces variétés avantageuses dans la sélection variétale.

V.5 Evaluation des variétés locales de piment sur la base de leurs caractéristiques physico-chimiques

IV.5.1 Evaluation des dimensions : longueur et largeur

Selon les Dispositions concernant le calibrage donné par la Norme CEE-ONU concernant la commercialisation et le contrôle de la qualité commerciale des piments et afin de garantir un calibre homogène, la fourchette de calibre pour les produits d'un même emballage doit être comme suit:

Pour les piments forts calibrés par la longueur (Codex stan 307-2011, 2011)

Tableau 10 calibrage des piment fort en fonction de la longueur du fruit

Code de calibre	Longueur (en centimètres)
1	< 4
2	4 à < 8
3	8 à < 12
4	12 à < 16
5	≥ 16

En considérant le tableau ci-dessus on peut déduire alors une attribution d'un code calibre à nos variétés comme suit :

- **Code Calibre 2** : V1 (BAJ), V3(ZRT), V4 (TGR), V6 (BRK), V7 (ODJ), V8 (LIO), V9 (MGR), V11 (LZR) et V12 (SDM)
- **Code Calibre 3** : V2 (TLG), V10 (ATD),
- **Code Calibre 4** : V5 (MZR).

IV.5.2 Evaluation sur le pH

Selon le ministère de l'Agriculture des pêcherie et de l'Alimentation Québec, La moyenne du pH des piment fort bien que varie souvent en fonction de la région de production, de l'influence environnemental, du type de sol et de variété et autres ; est généralement comprise entre 4,5 et 5,7 (MAPAQ, 2018) Si l'on considère une moyenne à partir de l'intervalle de pH on aurait alors :

$$\text{Moyenne } \bar{x} = \frac{4.5+5.7}{2}$$

On peut déduire alors à partir de la figure 29 que :

- Toutes les variétés ont un pH légèrement acide aux alentours de la moyenne
- Seul la variété V8 (LIOUA) dont le pH = 5,85 possède un pH non compris dans l'intervalle de la moyenne donnée.
- Toutes les autres variétés respectent cette moyenne et possède de pH varier entre 4,94 et 5,45

IV.5.3 Teneur en eau H%

Les variétés qui se distingues en terme de teneur en eau est donc la variété TOUGGOURT qui présente un pourcentage en eau plus élevé que la moyenne de 50% soit 84.08% d'eau et la variété LIZERG qui elle présente le taux le plus faible en eau à savoir 12.30%.

Pour la commercialisation du piment fort séchés on entend par teneur maximale en eau, l'humidité maximale autorisée pour le produit aux fins de sa commercialisation. La teneur en eau varie selon le type commercial et la texture, mais il importe de comprendre qu'un excès de teneur en eau du produit favorise le développement de microorganismes et d'insectes, la contamination et la dégradation du produit. La teneur maximale en eau des piments forts séchés entiers de catégorie extra devrait être conforme aux valeurs présentées selon la CEE-ONU indiquant que La teneur en eau H% est comprise entre 09, et 13,5 % (CEE-ONU, 2013) (norme relative aux piments forts séchés entiers)

D'après les résultats de la figure n°24, la meilleure variété favorable à la commercialisation sous forme de piments séchés est la variété LIZERG (LZR) avec une teneur en eau de 12,30. A des fin commerciale les variété ayant une teneur en eau relativement faible < 25% peuvent être aussi utiliser pour la transformation en piments fort séchés :

- BARIKA (BRK) H% = 27,72%
- MAGREN (MGR) H% = 22,83%

IV.5.4 Sucre totaux ST

Le degré brix ou le contrôle de sucre soluble d'une solution est une technique d'analyse simple précisant par définition la mesure de la concentration d'1 g de sucrose dans 100 g d'une solution aqueuse. Dans l'industrie, la transformation du piment en sauce piment sucré salé donne lieu à des préférences industrielles en terme de matière première utiliser. Selon le tableau nutritionnel de la sauce de piment sucré salé *Ayam*, Le taux de sucre soluble glucide et sucre est respectivement de 53 et 51g /100g soit 5,3 et 5,1 g /10 g. (Ayam, 2019) On peut déduire alors à partir des résultats de la figure n°30 et en fiction des données ci-dessus que: Les variétés dont le TSS > 5,3 g, sont les plus convenable pour une transformation sous forme de sauce ou tout autres transformation en compote et autre sont par ordre :

- V1 : BAAGE (20,875)
- V2 : TOLGA (6)
- V4 : TOUGGOURT (10,25)
- V7 : OULED DJELLALE (6)
- V10 : ATID (6)
- V11 : LIZERG (10,25)
- V12 : SIDI OUME (23)

Les variétés suivantes pour leurs parts possèdent un TSS < a la moyenne requise prétendu pour une transformation industrielle. On compte :

- V3 : ZRIBAT (3,88)
- V5 M'ZIRAA (1,75)
- V6 : BARIKA (3,88)
- V8 : LIOUA (1,75)
- V9 MAGREN (3,88)

IV.5.5 Dosage des éléments Na, P et K

La moyenne des apports minéraux des éléments phosphore, potassium et Sodium est de :

- Potassium: 159 mg/100 g soit 1,59 mg/ g consommé
- Phosphore: 23 mg/100g soit 0,23mg / g
- Sodium : 8mg/100g soit 0,08mg/g (afssa, 2005)

On peut donc déduire comme apport journalier pour chacune de nos variétés en fonction de la moyenne des éléments donnée comme suite:

K+

Huit (8) de nos variétés présente un pourcentage d'élément potassium k+ supérieure à la moyenne dont se distingue la variété V4: TGR avec un taux de potassium de 8, 59m.g k+/g. Par ailleurs la variété V7 : ODJ possède elle le plus faible taux de potassium soit 0.12mg K+/g.

P

Quatre (4) de nos variétés présente un pourcentage d'élément phosphore P supérieure à la moyenne dont se distingue la variété V1: BAJ et V6 : BRK avec des taux de phosphore respective de 2,88 mg P/g.et 4,08 mg P/g. Par ailleurs la variété V7 : ODJ possède elle le plus faible taux de phosphore soit 0.13mg P/g.

Na+

D'après la figure n°27, on constate une très hausse des taux de sodium (sel) par rapport à la moyenne donner (0.08mg/l). Cette hausse des taux de sodium peut être bénéfique à des mg près pour la consommation, en devenant donc une excellente source en sel végétale : Cependant cela peut aussi nuire pour l'organisme en cas de très forte consommation.

Le taux de sel sodium dans les variétés peut s'expliquer sous plusieurs formes :

- **Salinité liée au sol** : Il s'agit là d'un cas où la production de nos variétés a été effectuée sur des sols où la teneur en sodium (sel) était très élevée
- **Salinité liée à l'irrigation** : Dans ce cas l'eau d'irrigation de nos variétés contenait un pourcentage en sodium Na+ trop élevé, donnant à long terme à une salinité également conséquente sur les fruits récoltés.
- **Mauvaise gestion de la fertilisation** : Une mauvaise gestion de la fertilisation peut mener également à ce genre de situation surtout si elle a été menée sans connaître au préalable la teneur en sel des sols et eau d'irrigation utilisés.

6. Discussion

L'évaluation des variétés locales étudiées nous a permis de distinguer plusieurs potentialités industrielle et commerciale telle que la variété LIZERG dont la teneur en eau permet une meilleure transformation et commercialisation en piments séchés conformément à la norme CEE fixée par l'ONU ; ou encore les variétés BAAGE, TOLGA, TOUGGOURT, OULED DJELLAL, ATID, LIZER, et SIDI OUME dont les sucres totaux peuvent permettre une bonne transformation en patte de piment, compote et autres mélanges à base de fruit de piment.

Conclusion

Au terme de notre étude qui a porté sur l'exploration des paramètres biochimiques de quelques variétés locales de piment (*Capsicum annuum L.*) en Algérie, nous sommes arrivés à une série de résultats que nous résumons en ce qui suit.

Des similarités et des disparités significatives entre les variétés locales de piment en Algérie en se basant sur une analyse descriptive des paramètres morphologiques et chimiques, notamment la taille des fruits, le poids, le pH, les sucres totaux, la teneur en eau, ainsi que les taux de potassium, de phosphore et de sodium des 12 variétés étudiées.

L'analyse des corrélations nous a démontré des corrélations positives et négatives entre les paramètres des variétés choisies. Les plus fortes sont celles observées entre la **longueur et le** taux de phosphore P, entre le ST et la Teneur en eau H% respectivement de 0,594 et 0,382: entre la teneur en eau et le taux d'élément K, et enfin entre le taux de sodium Na avec le taux de phosphore et de potassium

L'analyse en composantes principales, a permis de mieux comprendre les relations et les différences entre ces variétés ; les résultats offrent les distinctions de certaines variétés par rapport à certains paramètres, notamment la variété locale SIDI OUME caractérisé par les sucres totaux et une forte teneur en eau alors que à la variété BARIKA se caractérise par la longueur fruits. Les variétés ATID (ATD), TOUGGOURT (TGR).

La classification ascendante hiérarchique a réparti les variétés étudiées en trois classes distinctes : la 1^{ère} se compose de BAJ, TGR, SDM, la 2^{ème} de LZG, TLG, ZRT, BRK, MGR, LIO, ODJ et la dernière renferme MZR, ATD. Également elle démontré que les groupes les plus proches par ordre croissant sont les suivants : TOLGA et OULED DJELAL, cela pouvant s'expliquer par le rapprochement géographique car elles proviennent toutes les deux de la même région ; ZRIBAT et LIOUA avec un niveau de dissimilarité aussi faible que le premier groupe et enfin BARIKA et MAGREN Troisième groupe. Cette étude a aussi permis de déduire que les variétés de la même classe sont beaucoup plus proches du fait de la faible variance intra classe.

La culture du piment en Algérie au vu de la place stratégique qu'elle occupe, doit passer par une valorisation des ressources phylogénétiques du piment local. L'état actuel des informations liés de ces ressources locales étant très peu connu oblige des actions urgentes en particulier l'élaboration de stratégies d'exploration, et d'étude du matériels génétiques et biologique local pour un meilleur contrôle de la chaîne de production et aussi une valorisation et une conservation du patrimoine génétique local

Références bibliographiques

- (Marchoux, & al, e. (2008). , Virus des Solanacées: Du génome viral à la protection des cultures. afssa. (2005). Avis de sécurité sanitaires des aliments. Alfort.
- Ali, A. :. (2011). La législation foncière agricole en Algérie et le forme d'accès à la terre.Option Méditerranéennes, B66 Régulation foncière et protection des terres agricoles en méditerranée .
- Angelica, D. (2007). Faisabilité de la production au Mexique de fromage de chèvre additionnés de piment aspect technologique, sensoriels sanitaire et économique .
- AZIA, A. (2022, novembre 19). selection des graines de pimen despelette . Le choix des graines.
- Bedjaoui, & al, e. (2022). Explorer la diversité agro-morphologique de l'Algérien Accessions au piment fort (*Capsicum annum* L.) en utilisant la Statistiques multivariées.
- Birlouez, E. (2020). Petite et grande histoire des légumes. Dans E. Birlouez, Petite et grande histoire des légumes (p. 175). Quae, colll.
- Bosland et DeWitt. (1993). in O. Sofiane Enquete sur la culture du piment locale dans la région de Biskra conduite et biodiversité.
- CEE-ONU. (2013). norme relative aux piments forts séchés entiers a savoir. 22.
- Chaine-Dogimont. (1993). in Nondah Contribution à la stratégie de sélection de génotypes de piment (*capsicum annum*) adaptés aux conditions tropicales chaud et humide .
- Chambonnet. (1985). Culture d'antheres in vitro chez trois Solanacees maraicheres: le piment (*Capsicum annum* L.), l'aubergine (*Solanum melongena* L.), la tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) et obtention de plantes haploides.
- Chauvet, M. (2010, janvier 16). Production piment en France et dans le monde. Dans M. Chauvet, Encyclopédie des plantes alimentaiiree (p. 691). Berlin.
- Chetmi, D. (2017, mai 29). Diversité phenotypique et essai d'amélioration des populations locales de piment (*capsicum annum* L.)en Algérie. Récupéré sur pnst.cerist.dz: <https://www.pnst.cerist.dz/detail.php?id=892677>
- Deloulay, P. E. (2024). piment piquant d'algerie.
- DSA. (2015). Analyse de la chaîne de valeur du piment dans la région de biskra. Programme d'Appui au Secteur.
- Epoppe. (2021, Novembre 2). L'ORIGINE DES PIMENT.

- Eric C. (2021, Février). Fiche technique synthétique pour la production du piment(capsicum frutescens L). Récupéré sur snv.juissieu.fr: <https://www.snv.juissieu.fr/bmedia/Fruits/piment.htm#:~:text=Le%20Piment%20%3A%20une%20baie,et%20de%20piquant%20très%20différents.>
- FAO. (2006, mars). Statistiques alimentaires. p. 36.
- Fhoul, A. E., & Touezra, e. A. (2022). Rapport de stage Groupement de développement agricole GDE.
- Ghalmi. (1995). in O. Sofiane Enquete sur la culture du piment locale dans la région de Biskra conduite et biodiversité.
- Hamza. (2010). in O. Sofiane Enquete sur la culture du piment locale dans la région de Biskra conduite et biodiversité .
- IFDC. (2019). Fiche technique itineraire technique du piment.
- ITCMI. (2010). Fiche technique de valorisation des cultures maraichères et industrielles Culture du piment/poivron .
- ITDAS. (2005). FICHE TECHNIQUE.
- Kohler, F. E. (1887). Plantes médicinales de Kohler.
- Kolev. (1976). Les cultures Maichère en Algérie: Les légumes fruits .ED. Ministère de l'agriculture et de la reforme agraire.
- Marie-pierre, A., & Gallouin, e. F. (2003). Epice, aromates et condiment. Dans A. Marie-pierre, & e. F. Gallouin, Epice, aromates et condimen (p. 412). Paris,Berlin.
- Michel et al. (1997). Piment. Récupéré sur <http://doc-developpement-durable.org/file/Culture/Culture-epices/piments/Piment3.pdf>
- NhânDân. (2023). Nhân Dân Economie, 2.
- Nondah, T. (2004). Contribution à la stratégie de sélection de génotypes de piments (capsicum annum,l) adaptés aux conditions tropicales chaudes et humides.
- ONU. (1992). Convention sur la diversité biologique (CDB), conférence mondiale sur la biodiversité de Nagoya. Art 2. Récupéré sur https://fr.m.wikipedia.org/wiki/Conférence_
- ONU. (2013). Norme CEE-ONU concernant la comercialisation et le controle de la qualité commerciale des piments fort. CEE-ONu, 45. Codex stan 307-2011. (2011). N
- .Ounnada. (1993). PIMENT FORT CORNE DE CHEVRE/ EL HARRACH/ ALGER -- CAPSICUM ANNUUM/CULTURE MARAICHERE/SEMENCE/PRODUCTION DE SEMENCES/ESSAI DE SEMENCES/PRACTIQUE CULTURALE/CONDUITE DE LA CULTURE/QUALITE/SELECTION/PIMENT FORT/ALGERIE. Ale.

- Pochard, E. (1987). Histoire du piment et recherche. INRAN-Mensuel.
- Robine, & Duby. (2006). Dans I. N. Paris, Analyse en composantes principales (p. 54). Grignon.
- Roselti. (2024). Pourriture à sclerotium. Récupéré sur <http://ephytia.inra.fr/fr/D/8773>
- S, Kosuge et Inagaki, . (1962). Studies on the pungent principales of red pepper.
- Sofiane, O. (2019). Enquete sur la culture local dans la région de biskra: conduite et biodiversité. Biskra.