



UNIVERSITE SIDI MOHAMED BEN ABDELLAH
FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES DE
FES



Projet de Fin d'Etudes

Licence Sciences & Techniques

Biotechnologie et Valorisation des Phyto-
Ressources

**CARACTERISATION AGROMORPHOLOGIQUE
ET BIOCHIMIQUE DES FIGUES SECHES
COMMERCIALISEES DANS LA ZONE DE
MEKNES EL HAJEB**

Présenté par : Beroigui Oumaima

Encadré par :

- **Mme Sqalli Houssaini Hakima**
- **Mr Charafi Jamal**

Soutenu le : 08/06/2017

Devant le jury composé de :

- **Mr Haggoud Abdellatif**
- **Mme Sqalli Houssaini Hakima**
- **Mr Charafi Jamal**

Année universitaire
2016/2017

Dédicace



Sincèrement, les mots ne peuvent dire ni refléter la vraie vérité de ce que je sente.

À ma très chère mère, pour tout l'amour qu'elle m'a réservé et les sacrifices qu'elle m'a consenti pour mon éducation et la réussite de ma carrière. Aucune dédicace ne pourrait exprimer, à sa juste valeur, ma reconnaissance et mon amour.

À mon très cher Père, qui m'a inlassablement soutenu et encouragé le long de mes études, qui a assumé une lourde responsabilité et consenti d'énormes sacrifices pour parfaire ma formation. Aucune dédicace ne saurait exprimer, à sa juste valeur, mon profond amour et mon dévouement.

À mes très chères sœurs et mes très chers frères

À ma très chère famille.

Je vous souhaite la bonne santé, le bonheur et la longue vie afin que je puisse à mon tour vous combler, sans jamais vous décevoir.

Remerciements

Après avoir rendu grâce à **Dieu** le tout puissant et le miséricordieux.

Au terme de ce travail, je tiens à exprimer ma profonde gratitude et mes sincères remerciements à mes tuteurs de stage au sein de L' INRA de Meknès **Mr. CHARAFI JAMAL** et **Mr EI HOUSSAINI LAHCEN** pour tout le temps qu'ils m'ont consacré, leur directives précieuses, et pour la qualité de leur suivi durant toute la période de mon stage.

Je tiens aussi à remercier vivement tout le personnel de L'INRA de Meknès pour leur gentillesse et leur soutien.

Mes profonds remerciements vont à mon encadrant à la FST Mme **SQALLI HOUSSAINI HAKIMA** qui a accepté d'encadrer avec patience mes travaux durant la réalisation de ce travail de fin d'études. Ses conseils m'ont été bien utiles, notamment pour la rédaction de ce mémoire.

Mes plus vifs remerciements s'adressent aussi à tout le cadre professoral et administratif de la FST de Fès.

Je voudrai remercier également **Mr HAGGOU ABDELLATIF** , qui m'a honorée en acceptant de juger ce modeste travail.

Mes remerciements vont enfin à toute personne qui a contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce travail.

Liste des figures :

Figure	Titre	Page
Figure 1	Zone de développement spontané du figuier sur le pourtour méditerranéen	2
Figure 2	la composition biochimique générale de la figue	3
Figure 3	Mesures pomologiques par pieds à coulisse numérique	8
Figure 4	Les états de caractères : forme, pédoncule et abondance des grains.	8
Figure 5	Echantillons placés dans l'étuve	9
Figure 6	Colorimètre	10
Figure 7	Protocole d'extraction	10
Figure 8	Centrifugeuse	11
Figure 9	Extraits méthanol/Ac. Acétique	11
Figure 10	Extraits éthanoliques	11
Figure 11	Spectrophotomètre	12
Figure 12	Droite d'étalonnage de l'acide gallique	12
Figure 13	Droite d'étalonnage du glucose	13
Figure 14	Echantillons dans l'étuve à 500°C	14
Figure 15	Cendres blanches	14
Figure 16	Echantillons dans le dessiccateur	14
Figure 17	Poids moyen (g) des 16 échantillons étudiés.	17
Figure 18	Taille moyenne du calibre des 16 échantillons étudiés	17
Figure 19	Epaisseur moyenne des 16 échantillons étudiés	17
Figure 20	Diamètre moyen d'ostiole des 16 échantillons étudiés	17
Figure 21	Etat du pédoncule dans les échantillons étudiées	18
Figure 22	Abondance des grains dans les échantillons étudiés	19
Figure 23	Traits d'épiderme	19
Figure 24	Cinétique du poids des 16 échantillons étudiés	20
Figure 25	Cinétique du poids des 16 échantillons étudiés (suite)	21
Figure 26	Teneur en polyphénols totaux(PPT)	22
Figure 27	Teneur en sucres solubles totaux(SST)	23
Figure 28	Teneur en matière minérale (TMM)	24
Figure 29	Dendrogramme CAH	27



Liste des tableaux

Tableau	Titre	Page
Tableau 1	Quantité minimale et maximale des macroéléments contenus dans 100 g net de figues	3
Tableau 2	quantité de lignanes et polyphénols totaux dans 100g net de figues	3
Tableau 3	Quantité minimales et maximales des vitamines contenues dans 100g net de figues	4
Tableau 4	Quantité minimales et maximales des minéraux et oligo-éléments contenues dans 100g net de figues	4

Liste des abréviations

AG	Acide gallique
CAE	Equivalent d'acide gallique
CAH	classification ascendante hiérarchique
H ₂ SO ₄	Acide sulfurique
H ₃ PMo ₁₂ O ₄₀	Acide phosphomolybdique
H ₃ PW ₁₂ O ₄₀	Acide phosphotungstique
INRA	Institut nationale de recherche agronomique
Na ₂ CO ₃	Carbonate de sodium
PPT	Polyphénols totaux
SPSS	Statistical package for social sciences
SST	Sucres solubles totaux
TMM	Teneur en matière minérale

Présentation de l'Institut National de la Recherche Agronomique (INRA)



C'est un établissement public dont les origines remontent à 1914, ayant pour mission d'entreprendre les recherches pour le développement agricole. C'est un institut de recherche producteur de connaissances scientifiques et technologiques au service du bien-public, accompagnant l'innovation économique et sociale dans les domaines de l'alimentation, de l'agriculture et de l'environnement. Ses recherches sont nourries par une double dynamique : faire progresser les connaissances et répondre à des questions de développement.

Ses orientations se définissent et évoluent au contact d'une grande diversité d'acteurs par un collectif pluridisciplinaire d'experts INRA et par ses multiples ancrages académiques, économiques, associatifs ou territoriaux.

Ses dites orientations, en perpétuelle évolution depuis sa création, intègrent de plus en plus les études des enjeux majeurs à des échelles variées, dictés par la complexité croissante des contextes climatique, démographique et énergétique. L'INRA opère à travers dix centres régionaux et 23 domaines expérimentaux répartis sur le territoire national et couvrant les divers agrosystèmes du pays lui permettant d'être à l'écoute de son environnement.

CRRA Meknès : missions et zone d'action

C'est une entité régionale opérant dans une zone incluant différents agrosystèmes, par des recherches, études et actions de recherche-développement visant :

- Une meilleure connaissance du milieu et développement de technologies adéquates ;
- Une valorisation des acquis et une implication des partenaires dans la recherche.

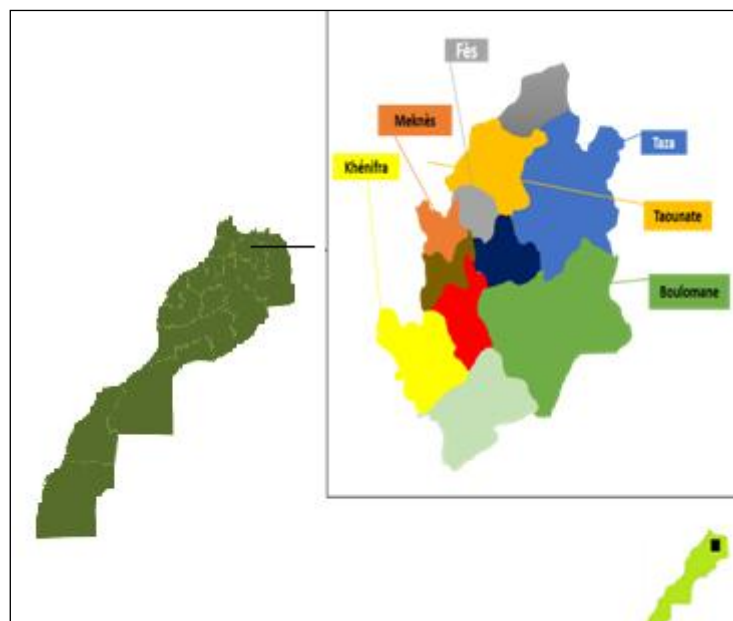
Pratiquement, le CRRA-Meknès assure :

- ∅ La réalisation d'études et de recherches ;
- ∅ L'analyse du sol, eau et plante, et diagnostic de l'état sanitaire des cultures ;
- ∅ L'élaboration de supports de vulgarisation (fiches techniques, CD interactif, supports de projection,...) ;
- ∅ La formation à la recherche par la recherche (encadrement de thésards, mémorisants et stagiaires).

L'objectif étant d'établir une capacité de recherche appliquée, adaptée aux systèmes de culture de la zone et de développer des technologies permettant l'amélioration de la productivité des exploitations agricoles.

Le CRRA-Meknès couvre la zone d'action de neuf Directions Provinciales d'Agriculture (DPA) (Boulemane, El Hajeb, Fès, Ifrane, Khénifra, Midelt, Meknès, Taounate, Taza et Sefrou) (figure1) s'étalant sur une superficie d'environ 7.3 millions ha (figure1) (9.8% du territoire national), dont 1.7 millions ha de SAU (superficie agricole utile), à dominante Bour et représentant 22% de la SAU nationale.

Cette zone, d'une grande diversité pédoclimatique, offre d'immenses potentialités agricoles aussi bien en ce qui concerne la diversité de la production que son importance socio-économique. La zone connaît également une industrie agroalimentaire développée notamment avec l'installation de l'agropole de Meknès.



Zone d'action du Centre Régional de le Recherche Agronomique (CRRA) de Meknès

Sommaire

Partie 1 : Généralité sur l'espèce

Généralité sur l'espèce	
I. Classification	2
II. Origine et importance mondiale	2
III. Critères physico et biochimique des figues	3
IV. Procédés de séchage des figues	6
1. Séchage au soleil	6
2. Séchage au séchoir	7

Partie 2 : Matériel et méthode

I. Matériel végétal	8
II. Méthodes d'analyse	8
1. Caractérisation pomologiques et morphologique	8
1.1. Caractérisation pomologique	8
1.2. Cinétique de perte du poids	10
1.3. Couleur de l'épiderme des fruits	10
2. Caractérisation biochimique	11
2.1. Extraction	11
2.2. Dosage des polyphénols totaux	12
2.3. Dosage des sucres solubles totaux	14
2.4. Teneur en matière minérale	15

Partie 3 : Résultats et discussions

I. Caractérisation pomologique et morphologique	16
1. Caractérisation pomologique	16
1.1. Mesure du poids	16
1.2. Calibre	16
1.3. Epaisseur	17
1.4. Diamètre d'ostiole	17
2. Caractérisation morphologique	19
2.1. Forme du fruit	19
2.2. Présence ou absence de pédoncule	19
2.3. Abondance des grains	20
2.4. Traits ou fissures d'épiderme	20
2.5. Teneur en eau et cinétique de la perte de poids	20
2.6. Présence du miellat et du développement fongiques	23
2.7. Couleur de l'épiderme du fruit	23
II. Caractérisation biochimique	23
1. Teneur en polyphénols totaux	23
2. Teneur en sucres solubles totaux	24
3. Teneur en matière minéral	25
III. Analyse statistique	25

Conclusion générale

Références bibliographiques

Annexes



Introduction générale

Le figuier (*Ficus carica* L.) est l'un des plus anciens arbres fruitiers connu dans le monde. La plupart des pays de la figue cultivée se trouve autour de la Méditerranée qui a été le plus important centre de figuier cultivé depuis des temps immémoriaux.

La production mondiale est de 70 % produite en Turquie, Egypte, Algérie, Maroc, Iran, Syrie et Etats-Unis D'Amérique. La Turquie représente à elle seule près de 25 % de la production totale selon la FAO .Au Maroc, la culture du figuier est très ancienne.

L'abondance de la culture du figuier sur les terrains accidentés au Nord caractérise son adaptation aux conditions pédoclimatiques difficiles du milieu. Le matériel végétal cultivé dans toutes ces zones est le résultat d'une sélection effectuée, à travers des siècles, sur des individus performants ou sur des génotypes introduits.

Le séchage de figues s'effectue selon des méthodes traditionnelles à l'aide de plusieurs types de séchoirs adaptés à différentes situations. D'utilisation facile et pratique, les paramètres opératoires des procédés classiques de séchage peuvent être aisément contrôlés.

Il convient de souligner que certaines études rapportées sur l'utilisation des paramètres pomologiques, réalisés au Maroc, par l'Institut National de la Recherche Agronomique (INRA), ont permis de caractériser 46 cultivars du figuier installés dans une collection expérimentale à Ain Taoujdate.

L'objectif principal de ce travail est une caractérisation des 16 échantillons : 15 locaux du figuier (*Ficus carica* L.), collectés dans la zone de Meknès El hajeb pour étudier la variabilité au niveau de cette zone. Un échantillon non local provenant de la Turquie est aussi caractérisé pour des fins comparatives.

Cette caractérisation est basée des descripteurs pomologiques qui s'attachent aux dimensions du fruit on cite : le poids, le calibre, l'épaisseur et le diamètre de l'ostiole et des descripteurs morphologique dont la forme , la présence ou l'absence de pédoncule , l'abondance des grains , la présence de miellat ainsi que le développement fongique .

Une étude de la composition biochimique des différents échantillons est aussi réalisée.



Revue bibliographique

V. CLASSIFICATION

Le figuier fait partie de la famille botanique de Moracées. Cette famille se caractérise par la présence d'un lait blanc ou incolore, appelé encore latex. Ce dernier s'écoule au niveau de toute blessure de la plante. Dans la famille des Moracées se trouve un grand nombre d'espèces (environ 1500), regroupées en 52 genres dont le genre *Ficus* décrit par Linné. Ce genre à lui seul comprend près de 700 espèces (jusqu'à 1000 selon certains auteurs).

Embranchement : Spermaphytes

Sous/Embranchement : Angiospermes

Classe : Dicotylédones

Sous/classe : Apétale, série des Apétales unisexuées

Ordre : Urticale

Famille : Moracées

Genre : *Ficus*

Espèce : *Ficus carica* Linné.

VI. ORIGINE ET IMPORTANCE MONDIALE ET NATIONALE

Le figuier (*Ficus carica* L.) est l'un des plus anciens arbres fruitiers connu dans le monde. La Méditerranée est considérée le plus important centre de figuier cultivé depuis des temps immémoriaux (Vidaud, 1997). La figue est un fruit très anciennement connu dans le monde, il est probablement originaire du Moyen Orient et naturalisé dans plusieurs régions et surtout celles du pourtour du bassin méditerranéen (Figure 1) dont il fournit l'essentiel de la production mondiale.

La production mondiale en figues est plus de 1 million de tonnes dont 70 % est produite en Turquie, Egypte, Algérie, Maroc, Iran, Syrie et Etats-Unis d'Amérique. La Turquie, en tant que pays d'origine, représente à elle seule près de 25 % de la production totale, selon la FAO (2011).

Au Maroc, la culture du figuier est très ancienne. En 2011, elle y occupe une superficie d'environ 47.300 ha et fournit une production estimée à 74.300 t de figues (fraîches et sèches). Les fruits sont principalement séchés au soleil de manière traditionnelle. Une petite partie est utilisée pour la consommation en frais et une très petite quantité utilisée pour la confiture, la marmelade et la production d'eau de vie. Le figuier se place parmi les espèces fruitières ayant une importance économique

majeure, notamment dans les régions du nord marocaines (Taounate, Chaouen, Al Hoceima, Ouezzane, et Tétouan) (Walali *et al*, 2003). Il est aussi cultivé dans d'autres régions à savoir Taza, Nador, Essaouira, El Jadida et Safi.

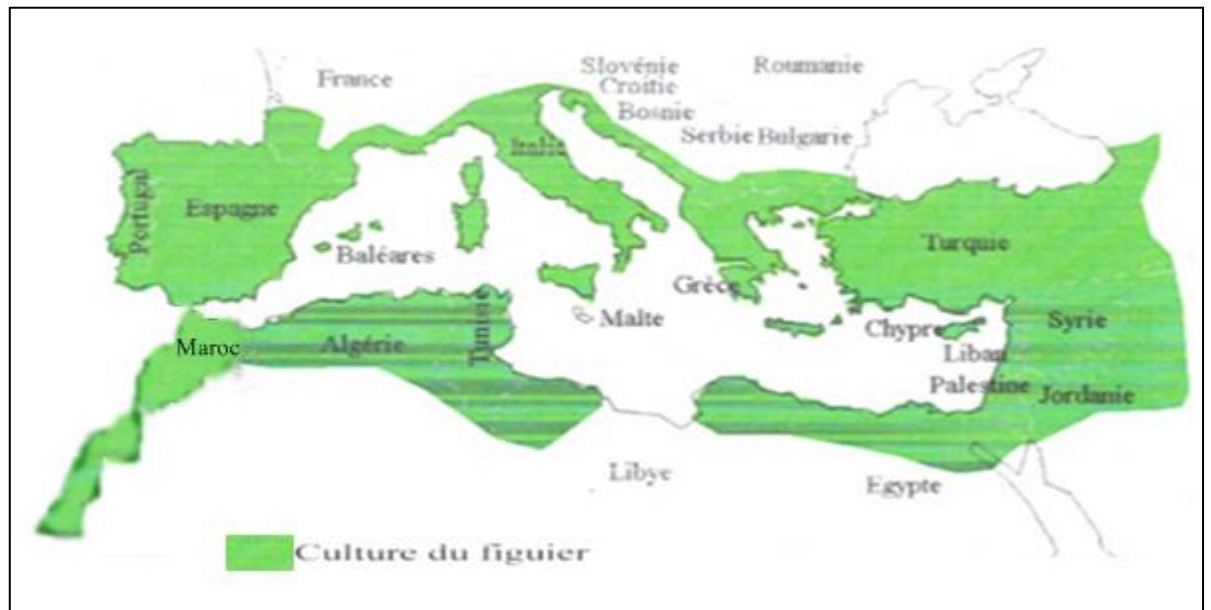


Figure 1 : Zone de développement spontané du figuier sur le pourtour méditerranéen (Vidaud, 1997)

Actuellement, cette espèce bénéficie, d'un regain d'intérêt en raison d'une demande, de plus en plus importante, pour les différentes formes de ses fruits (figue-fleurs, figes d'automne fraîche et séchées) sur le marché national et international. Son importance réside également dans son étonnante capacité d'adaptation à diverses situations pédoclimatiques et à sa facilité relative de conduite. La libéralisation des échanges pousse à l'amélioration pour que nos produits soient compétitifs. La compétitivité est rendue rude surtout avec les conditions de production qui deviennent de plus en plus difficiles. Le figuier, espèce autochtone, représenté par un patrimoine génétique riche et diversifié, peut constituer une alternative intéressante pour la reconversion, la diversification et le développement du secteur arboricole national. La production de figes offre, actuellement une opportunité pour l'exportation des fruits exotiques mais surtout les figes sèches. (Oukabli & Mamouni (2008).

VII. CRITERES PHYSICO ET BIOCHIMIQUE DES FIGUES

La figue est composée majoritairement des glucides, de fibres alimentaires et de protides. Elle contient aussi les lipides les minéraux et les vitamines (Figure2).

L'apport énergétique de la figue est en moyenne 66,8 Kcal pour 100 g soit 283 kJ. Une figue pèse en moyenne 50 g, elle apporte donc 33,4 kcal.

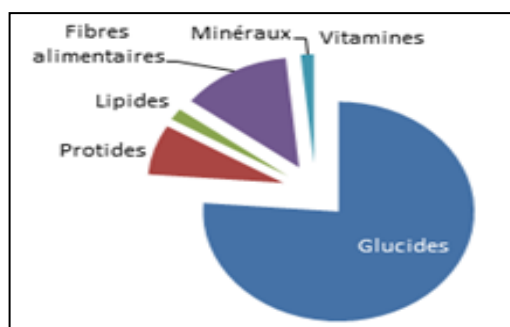


Figure 2 : Secteur montrant la composition biochimique générale de la figue.

Pour chaque nutriment, les tableaux apportent une information sur la quantité moyenne ainsi que les quantités minimal et maximal pour 100 g net de figues.

Comme l'indique le tableau 1, la figue est composée majoritairement d'eau, de glucides, de sucre et de fibres, et minoritairement de lipides, d'acide gras et d'acides organiques.

Tableau 1 : Quantité en macroéléments contenus dans 100 g net de figues.

Aprifel,(2013)

Composants	Quantité	Min – Max
Eau	81.8 g	79 - 84.6 g
Glucides	13.4 g	-
Sucre	12.3 g	9.5 - 16.3 g
Fibres	2.3 g	2 - 2.9 g
Protéines	1.3g	0-0.75g
Lipides	0.3g	0.2-NC g
Acides organiques	0.25g	-

NC : Non caractérisé

Selon le tableau 2, la figue contient la même quantité de lignanes que de polyphénols totaux.

Tableau 2 : Quantité de lignanes et polyphénols totaux dans 100g net de figues.

Aprifel, (2013)

Composants	Quantité.
Lignanes	0.37 mg
Polyphénols totaux	0.37 mg

NC : Non caractérisé

Comme montre le tableau 3, la figue contient une grande quantité de Provitamine A Béta-carotène et de Vitamine A. Pourtant, elle ne contient qu'une petite quantité des vitamines B1, B2, B3, B5, B9, C et E.

Tableau 3 : Quantités de vitamines contenues dans 100g net de figes.

Aprifel, ,(2013)

Vitamine	Quantité	Min-Max
Provitamine A Béta-carotène	87.5 µg	85 - 90 µg
Equivalent Vitamine A	14.59 µg	14.17 - 15 µg
Vitamine B1	0.03 mg	NC - 0.06 mg
Vitamine B2	0.03 mg	NC - 0.05 mg
Vitamine B3	0.4 mg	-
Vitamine B5	0.22 mg	NC - 0.3 mg
Vitamine B6	0.08 mg	NC - 0.11 mg
Vitamine B9	7.33 µg	6 - 9 µg
Vitamine C	2 mg	NC - 7 mg
Vitamine E	0.635 mg	0.5 - 0.77 mg

NC : Non caractérisé

La figue est très riche en potassium, en calcium et en phosphore. Elle contient aussi le sodium, l'iode, le fer et le magnésium(Tableau 4).

Tableau 4 : Quantités de minéraux et oligo-éléments contenues dans 100g net de figes

Aprifel,(2013)

Minéraux et oligo-éléments	Quantité	Min-Max
Calcium	38 mg	11 - 85.6 mg
Cuivre	0.06 mg	NC - 0.07 mg
Fer	0.3 mg	NC - 0.5 mg
Iode	1.5 µg	-
Magnésium	15 mg	NC - 17 mg
Manganèse	0.1 mg	NC - 0.12 mg
Phosphore	15 mg	14 - 72.2 mg
Potassium	200 mg	NC - 270 mg
Sodium	3 mg	1 - NC mg
Zinc	0.3 mg	0.15 - NC mg

NC : Non caractérisé

VIII. PROCÉDÉS DE SÉCHAGE DES FIGUES

Le séchage est une opération de transfert couplé de chaleur et de masse pour laquelle il est nécessaire de fournir de l'énergie. Plusieurs types de séchoirs et de méthodes de séchage, ont été adaptés à différentes situations. D'utilisation facile et pratique, les paramètres opératoires des procédés classiques de séchage peuvent être aisément contrôlés. Ces procédés dits classiques sont le séchage au soleil, le séchage solaire et le séchage à l'air chaud (Mounir *et al.*, 2014) sont les plus couramment utilisés pour les fruits et légumes.

1. SECHAGE AU SOLEIL

Le séchage au soleil s'est largement développé dans les zones arides ou semi-arides qui présentent des conditions climatiques optimales : une saison sèche avec un fort Ensoleillement, une faible pluviométrie, une hygrométrie peu élevée.

Le séchage s'effectue à même le sol, sur des nattes, sur des rochers plats, ou bien sur les toits des maisons. Ce système présente deux principaux avantages pour les communautés : peu de travail et pas d'investissement. Mais, très souvent, les résultats obtenus sont médiocres car les produits sont souillés de sable et de poussière. Ils subissent les attaques des animaux, des insectes et des micro-organismes. Les pertes sont ainsi importantes. De plus, les produits s'abîment, sèchent trop ou pas assez, ce qui dégrade fortement leur qualité (Dudez *et al.*, 1996).

Certains scientifiques travaillent sur des méthodes de prétraitement (Doymaz, 2004) ou la modélisation du séchage (Tunde-Akintunde, 2011) pour améliorer la qualité des produits. En raison des inconvénients décrits ci-dessus, l'utilisation de séchoirs solaires s'est développée pour remplacer le séchage au soleil.

Les figues sont récoltées avec un taux d'humidité très élevé, propice aux dégradations diverses ce qui rend les produits très périssables. En conséquence, faute de moyen de conservation, les pertes peuvent être très élevées.

Le séchage solaire des figues est le plus pratiqué. Dans le séchage traditionnel, les figues sont étalées sous le soleil, à même le sol, sur une natte ou sur une bâche exposant les produits à la poussière, aux mouches et aux souillures et contaminations nombreuses et variées. En outre cette méthode qui ne coûte pratiquement rien ne permet aucun contrôle sur les paramètres de séchage et allonge la période de séchage.

En conséquence la qualité du produit est très mauvaise sur les plans hygiénique et nutritif.

Le séchage traditionnel est l'un des techniques admises qui utilisent de vrais séchoirs solaires avec une enceinte de séchage fermée permettant d'optimiser l'énergie, de contrôler les paramètres de séchage et d'assurer au produit les normes d'innocuité et de qualité, requises. Les deux types de séchoir solaire courants utilisent généralement soit la convection naturelle ou la convection forcée.

2. SECHAGE AU SECHOIR

Pour le séchage des figues à petite échelle et en zones rurales au Maroc le choix a porté sur le séchoir hybride.

Le séchoir hybride utilise principalement l'énergie solaire indirecte et une source, d'appoint utilisant le gaz ou le diesel, mise en service la nuit et en temps nuageux. L'énergie solaire est cueillie par des collecteurs installés sur le toit et acheminée vers et répartie dans les compartiments de l'enceinte du séchoir par des tubes souples en polyéthylène.

Un système de ventilation alimenté par des cellules solaires permet de propulser l'air chaud dans les différentes parties du séchoir. La source d'énergie d'appoint est constituée par un moteur muni d'un brûleur marchant au gaz ou au diesel et qui se déclenche automatiquement dès que la température descend au-delà du minimum requis pour éviter la réhydratation des produits.

Le séchage au séchoir se fait selon trois étapes :

2.1. Chargement du séchoir

Directement après les opérations de réception, triage, nettoyage, lavage, calibrage, traitement, égouttage, etc., on répartit le produit de façon égale sur les claies, on les place dans le séchoir et on ferme les portes.

2.2. Démarrage du séchage

Le processus de séchage est commencé. On règle la température à l'intérieur du séchoir. Cette dernière dépend du type de produit à sécher. La température maximale admissible ne doit pas dépasser 65°C.

2.3. Déchargement du séchoir

Si lors d'une pression sur le produit entre indexe et pousse, l'eau ne sort plus, on peut donc sortir le produit final du séchoir.



Matériels & Méthodes

III. MATERIEL VEGETAL

Le matériel végétal, objet du présent travail, est issu d'une enquête réalisée auprès des commerçants des figes sèches dans la zone de Meknès- El Hajeb. La dite enquête, s'inscrit dans un projet de recherche dont le périmètre d'études couvre la totalité de la région de Fès-Meknès. L'objet principal de l'enquête est d'étudier la chaîne de valeur des figes sèches commercialisées dans la région.

Le matériel végétal est un ensemble d'échantillon, dont la taille est de 16, choisi aléatoirement de chaque commerçant selon des points représentatifs de la zone d'étude susmentionnée. Les échantillons sont, une fois collectés, mis dans des sacs sous vides à l'abri de la lumière.

L'ensemble des échantillons ont fait objet d'une caractérisation axée sur deux volets complémentaires. Le premier porte sur une caractérisation pomologique basée sur des descripteurs quantitatifs et d'autres qualitatifs. Le deuxième concerne une analyse biochimique du fruit sèche entier.

IV. METHODES D'ANALYSE

1. CARACTERISATION POMOLOGIQUE ET MORPHOLOGIQUE

1.1. Caractérisation pomologique

Les échantillons objet de l'étude sont caractérisés sur la base des descripteurs pomologiques. Ainsi, les variables pomologiques mesurées s'attachent aux dimensions du fruit dont (le Poids (g), le calibre (mm), l'épaisseur (mm) et le diamètre de l'ostiole (mm) . Ces dimensions sont déterminées grâce à un pied à coulisse numérique (Figure 3).

La description morphologique a concerné des variables qualitatives selon une grille de cotation permettant de définir des niveaux attribués à des numéros de chacun paramètres. Ces variables sont :

- Forme du fruit (Figure 4 a)
- Présence de pédoncule (Figure 4 b)
- Abondance des grains (Figure 4 c)
- Présence de traits et de fissures au niveau de l'épiderme
- La présence de miellat et le développement fongique.

Cette caractérisation est réalisée sur un nombre de 20 fruits de chaque échantillon.



Figure 3 : Mesures pomologiques par pieds à coulisse numérique.

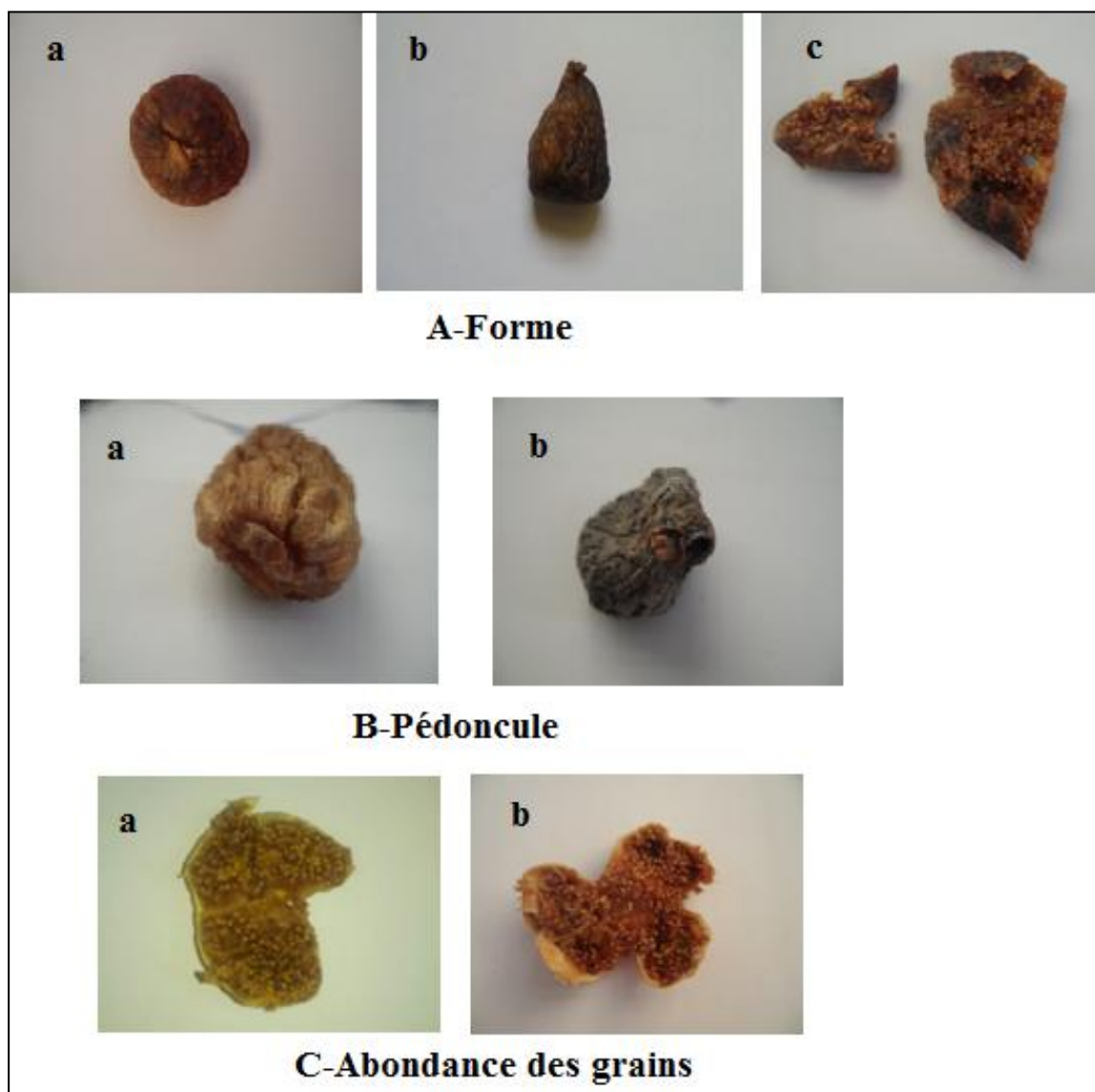


Figure 4 : Etats de caractères : forme, pédoncule et abondance des grains.

1.2. Cinétique de la perte du poids

La cinétique du poids vise à évaluer la teneur en eau des figes séchées et à suivre l'évolution temporelle de la déshydratation des fruits. Ainsi, trois fruits de chaque échantillon sont placés dans une étuve ventilée à une température de 125°C (Figure 5). Leur poids est pesé toutes les 2 heures, jusqu'à la stabilité de ce dernier ou une variation maximale de l'ordre de 0.01g.



Figure 5 : Échantillons placés dans l'étuve.

1.3. Couleur de l'épiderme des fruits

La couleur de la peau des fruits a été mesurée à l'aide d'un colorimètre (Figure 6) après calibration (noir et blanc). Les paramètres de couleur ont été exprimés sous forme de mesures colorimétriques matérialisée par les variables, c'est-à-dire L^* , a^* , b^* , c^* et h^* (hue°). Ainsi, les valeurs négatives relatives à L^* indiquent l'obscurité et les valeurs positives indiquent la clarté. Les valeurs négatives a^* indiquent une couleur verte alors que les valeurs positives indiquent une couleur rouge. Les valeurs positive de b^* indiquent une couleur jaune et les valeurs négatives indiquent une couleur bleue. La valeur de c^* indique l'intensité de la couleur. La variable h^* correspond au degré de l'angle liée à la couleur de l'épiderme. Il s'agit, selon (Çalışkan & Polat, 2011), d'un paramètre efficace pour évaluation de l'apparence de la couleur visuelle. Ainsi :

- $h^* = 0^\circ$ ou 360° signifie une couleur rouge-violette
- $h^* = 90^\circ$ correspond à une couleur jaune
- $h^* = 180^\circ$ signifie une couleur verte

- $h^* = 270^\circ$ fait référence à une couleur bleue .La couleur de la peau est mesurée à des positions aléatoires sur de 15 fruits par échantillon.



Figure 6 : Colorimètre

2. ANALYSES BIOCHIMIQUES

Les analyses biochimiques sont réalisées sur des fruits entiers. Ainsi, trois fruits de chaque échantillon sont congelés à -80°C pendant 48 heures, avant de procéder à la lyophilisation. Ces fruits sont, ensuite, broyés à l'aide d'un broyeur mécanique.

4.1. Extraction

L'extraction des polyphénols est réalisée selon un protocole (Figure 7) basé sur la méthode mise au point par Sanders, McMichael et Hendrix (2000).

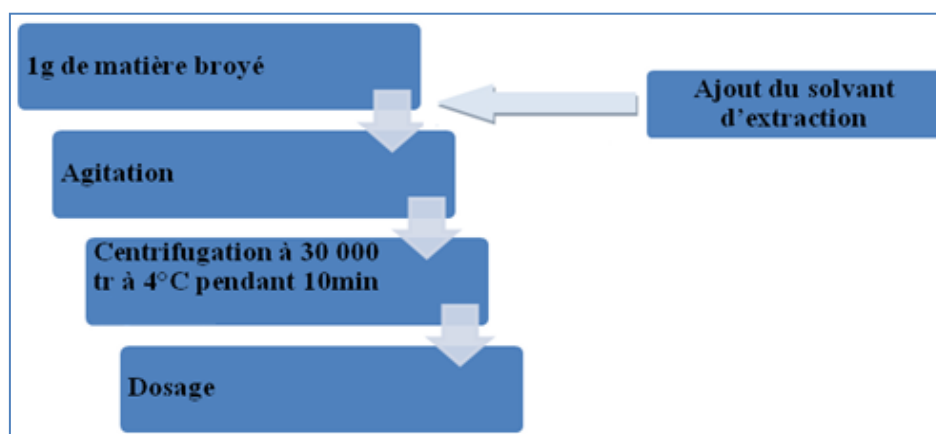


Figure 7 : Protocole d'extraction.

En effet 1 g d'aliquote (poudre homogène) est homogénéisé dans 20 ml de deux solvants différents afin d'évaluer l'effet du solvant sur l'extraction. Le premier solvant est l'éthanol 80 % et le deuxième est un mélange entre le méthanol et l'acide

acétique (85 :15 , v/v) ,à 4°C pendant 5 minutes en utilisant un vortex. L'homogénat est ensuite centrifugé (Figure 8) à 3000 tr pendant 10 min à 4°C et le surnageant est éliminé à partir du résidu. Ce dernier est ré-extrait et homogénéisé et le surnageant est éliminé comme auparavant, pour un total de trois extractions.

Les surnageants (Figures 9 & 10) sont, ensuite, combinés et conservés à l'obscurité à température de 4°C avant de procéder au dosage des polyphénols totaux (PPT) et des sucres solubles totaux (SST).



Figure 8 : Centrifugeuse.



Figure 9 : Extraits méthanol/Ac. Acétique **Figure 10 : Extraits éthanoliques (85/15 :v/v).**

4.2. Dosage des polyphénols totaux

Le dosage des polyphénols totaux par la méthode, utilisant le réactif de Folin-Ciocalteu, a été décrit en 1965 par Singleton et Rossi. Depuis, elle s'est largement répandue pour caractériser les extraits végétaux d'origines plus diverses. Le réactif de Folin Ciocalteu est constitué par un mélange d'acide phosphotungstique (H₃PW₁₂O₄₀) et d'acide phosphomolybdique (H₃PMo₁₂O₄₀). Il est réduit, lors de

l'oxydation des phénols, dans un mélange d'oxydes bleus de tungstène et de molybdène (Ribereau, 1968).

20µl d'extrait de l'échantillon a été ajouté à 1580 µl d'eau distillé plus 100 µl de reactif de Folin-Ciocalteu. Les solutions ont été mélangées et incubées pendant 8 minutes en obscurité.

Après l'incubation 300 µl de la solution de carbonate de sodium Na_2CO_3 , à 20% a été ajoutée. Le mélange final a été secoué et puis incubé pendant 2 heures dans l'obscurité à température ambiante. L'absorbance de tous les extraits a été mesurée par un spectrophotomètre (Figure 11) à 765 nm.



Figure 11 : Spectrophotomètre.

Droite d'étalonnage et expression des résultats

La concentration des polyphénols est calculée partir de l'équation de régression ($R^2 = 0.9029$) de la gamme d'étalonnage, établie avec différentes dilutions de l'acide gallique de la forme « $[\text{AG}] = a \times \text{Abs} + b$ » et exprimée en milligrammes d'équivalents d'acide gallique (CAE) par 100 g de la matière sèche (Figure 12).

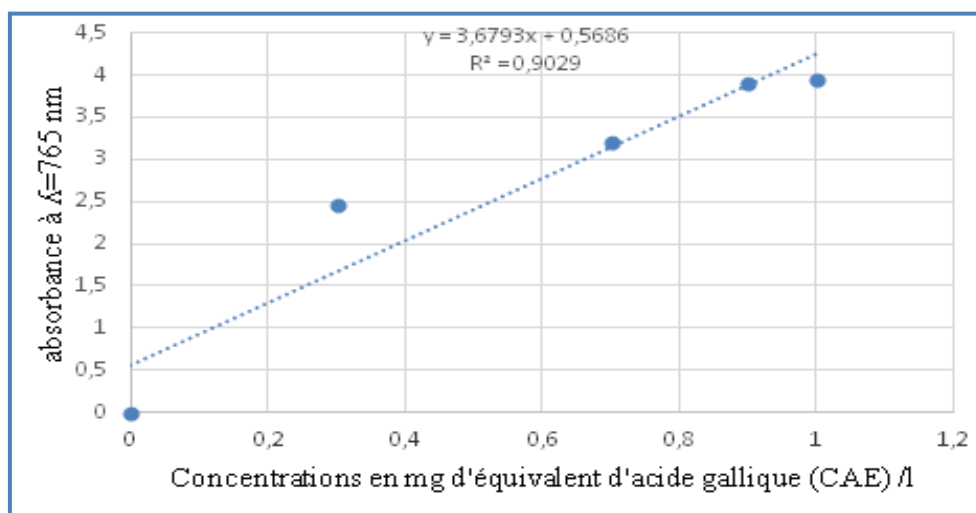


Figure 12 : Droite d'étalonnage de l'acide gallique.

4.3. Dosage des sucres solubles totaux

Le dosage des sucres totaux solubles (SST) est réalisé selon la méthode de Dubois *et al* (1956). Cette méthode consiste à doser les oses par le réactif au phénol sulfurique. En effet, les oses sont stables en milieu acide. Cependant, s'ils sont chauffés en milieu acide concentré, ils donnent des furfurals. Ces derniers et leurs dérivés ont la propriété de se condenser avec le phénol pour former des chromophores.

Le dosage des SST est assuré en additionnant 25 µl de chaque extrait à 0,5 ml de phénol et à 1,5 ml de solution d'acide sulfurique concentrée (H₂SO₄). Le mélange est chauffé au bain marie à 100 °C pendant 5 minutes. Après refroidissement, la densité optique est mesurée à 485 nm contre un blanc dans lequel 25 µl d'alcool à 80 % remplace l'extrait brut.

Droite d'étalonnage et expression des résultats :

La concentration des sucres solubles totaux est calculée à partir de l'équation de régression ($R^2=0,9714$) de la gamme d'étalonnage, établie **à l'aide de la solution de référence de glucose (différentes dilutions), à partir des valeurs d'absorbance mesurées**. Les résultats sont exprimés en milligrammes d'équivalents de glucose par 100 gramme de la matière sèche (Figure 13).

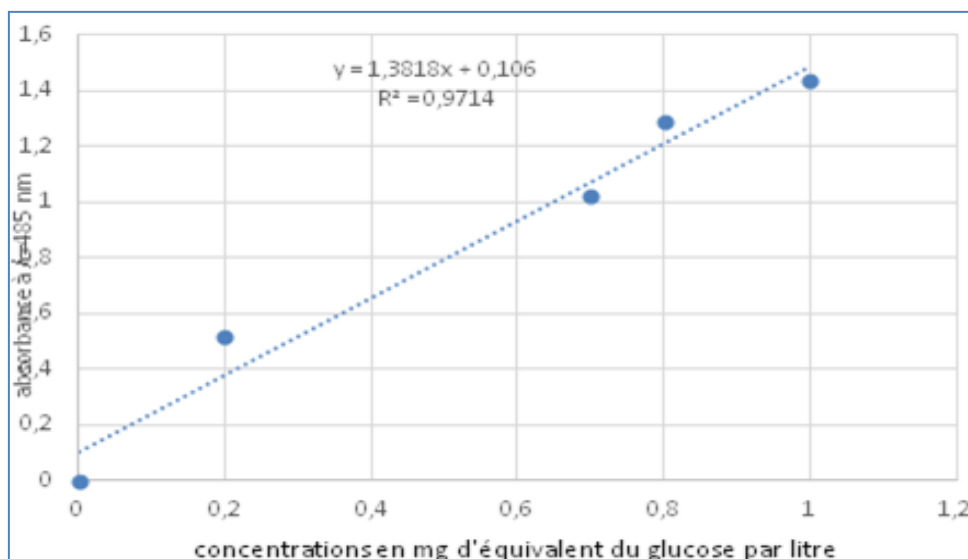


Figure 13 : Courbe d'étalonnage du glucose pour le dosage des sucres totaux solubles.

4.4. Teneur en matière minérale

La teneur en matière minérale correspond aux cendres totales résultant de l'incinération des composés organiques contenus dans une matière végétale. Les cendres représentent environ 1 à 5 % de la masse d'un aliment sur une base humide. (Salghi, 2013).

En effet, les échantillons objet de l'étude sont pesés puis introduits dans des creusets à incinération préalablement tarés dans un four ventilé réglé à 500°C (Figure 14) pendant 4 heures jusqu'à obtention de cendres blanches (Figure 15). Une fois incinérés, les échantillons ont été mis dans un dessiccateur en attente de la pesée des cendres (Figure 16).



Figure 14 : Echantillons dans l'étuve à 500°C .



Figure 15 : Cendres blanches



Figure 16 : Echantillons dans le dessiccateur.

Le pourcentage des cendres totales est calculé selon la relation suivante :

$$\left[\begin{array}{l} \text{\% cendres totales} = \frac{mf}{mi} \times 100 \\ \text{Mf : masse finale de l'échantillon} \\ \text{Mi : masse initiale de l'échantillon} \end{array} \right]$$

3. ANALYSE STATISTIQUE

La gestion de la base de données organisation et dépouillement ont été réalisés moyennant à l'aide du tableur EXCEL.

Toutes les analyses sont réalisées par le logiciel SPSS (Statistical package for social sciences), Ainsi une analyse de variance à un seul facteur (One way -ANOVA) a été réalisée afin de déterminer les différences significatives entre les échantillons objet de l'étude. (Annexe1,2)

Ensuite, les données relatives aux différents génotypes et aux différents paramètres sont soumises à une à une analyse de groupes (CAH)



Résultats & Discussion

L'étude faite à l'objet d'une caractérisation mené sur deux grands axes complémentaires. Le premier porte sur une caractérisation pomologique basé sur des descripteurs quantitatifs et d'autres qualitatifs. Le deuxième concerne une analyse biochimique du fruit entier.

IV. CARACTERISATION POMOLOGIQUE & MORPHOLOGIQUE

La caractérisation pomologique et morphologique est basée sur les descripteurs suivant :le poids , le calibre ,l'épaisseur , le diamètre d'ostiole , la forme , la présence de la pédoncule ,l'abondance des grains , la présence des traits ou de fissure au niveau de l'épiderme , la présence du miellat et du développement fongique.

1. CARACTERISATION POMOLOGIQUE

1.1. Mesure du poids

Le poids des figes sèches, est un caractère agronomique recherché et beaucoup apprécié par le consommateur. Les valeurs ont varié significativement, Les poids les plus importants sont enregistrés par l'échantillon témoin E16 (figes séchées en Turquie) et l'échantillon E11. Les poids de figes les plus faibles sont enregistrés par les échantillons E1 et E13 dont le poids moyen est inférieur à 6g (Figure 17).

Selon le test de post hoc de Duncan pour une valeur d'alpha égale à 0.05, on distingue 9 sous-ensembles homogènes (Figure 17) (Annexe 1 A)

L'analyse de la variance, montre une valeur significatif ($P=0.0001$) ce qui montre une variabilité des échantillons.

1.2. Calibre

Le calibre des figes sèches est exprimé en mm. Les résultats obtenus (moyenne de 15 mesures par échantillon) montrent de différences légèrement prononcées dans le calibre moyen.

En général, on constate l'absence de différence entre les valeurs du calibre.

L'échantillon 16 présente la valeur la plus faible et l'échantillon 11 présente la valeur la plus élevée .(Figure 18) Le calibre de l'échantillon 14 ne peut être déterminé vu sa forme.

Le test de post hoc de duncan avec une valeur d'alpha à 0.05 révèle 8 sous-ensembles homogènes (Figure 18) (Annexe1 B). Selon une analyse de la variance , il existe une variabilité au niveau des échantillons ($P = 0.0001$).

1.3. Epaisseur

Selon la figure 19 , l'épaisseur varie très sensiblement d'un échantillon à l'autre , à l'exception des 2 échantillons (E14 et E16) .Cette dernière ne peut être déterminée vu leur forme.

Les échantillons 6 et 7 présentent l'épaisseur la plus grande tandis que l'échantillon 3 présente la plus petite épaisseur (Figure 19).

Le test de post hoc de duncan avec une valeur d'alpha à 0.05 révèle cinq sous-ensembles homogènes (Figure 19) (Annexe1 C). L'analyse de la variance, montre une valeur significatif ($P = 0.0001$) ce qui montre une variabilité des échantillons.

1.4. Diamètre d'ostiole

Selon la figure 20 , l'échantillon 11 a la valeur de la largeur d'ostiole la plus petite , pourtant l'échantillon 6 a la valeur la plus grande (Figure 20), Cette différence est reliée au poids .Les échantillons présentant un poids important présente la valeur la plus grande du diamètre d'ostiole .Ces résultats sont confirmés par ceux de Ait Haddou *et al.* (2013).

Selon le test de post hoc de Duncan pour une valeur d'alpha égale à 0.05, on distingue neuf sous-ensembles homogènes (Figure 20) (Annexe 1 D).

L'analyse de la variance, montre une valeur significatif ($P = 0.0001$) ce qui montre une variabilité des échantillons.

1.5. Matrice de corrélation

D'après la matrice de corrélations(Annexe2), l'épaisseur est corrélée avec le poids, le diamètre d'ostiole et le calibre, tandis que ce dernier n'est pas corrélé ni avec le poids ni avec le diamètre de l'ostiole.

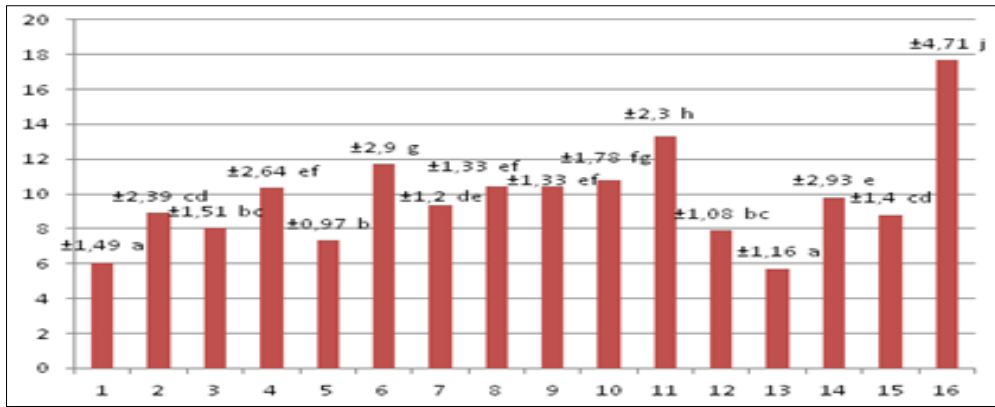


Figure 17: Poids moyen (g) des 16 échantillons étudiés.

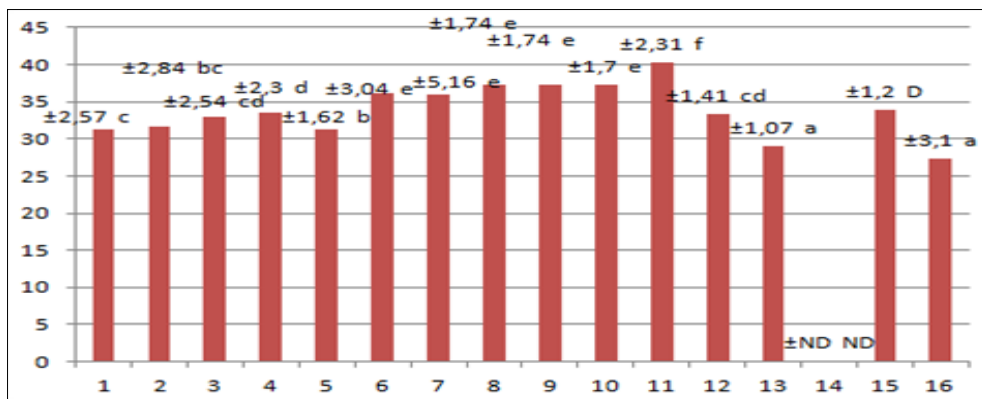


Figure 18 : Taille moyenne du calibre des 16 échantillons étudiés.

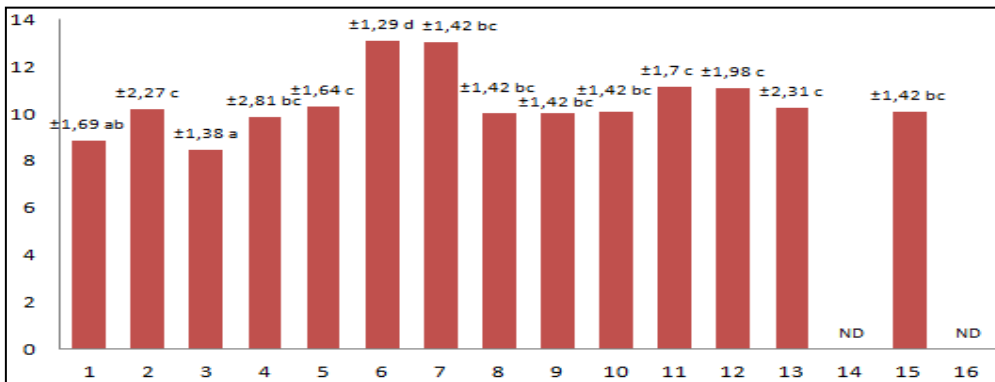


Figure 19 : Epaisseur moyenne des 16 échantillons étudiés.

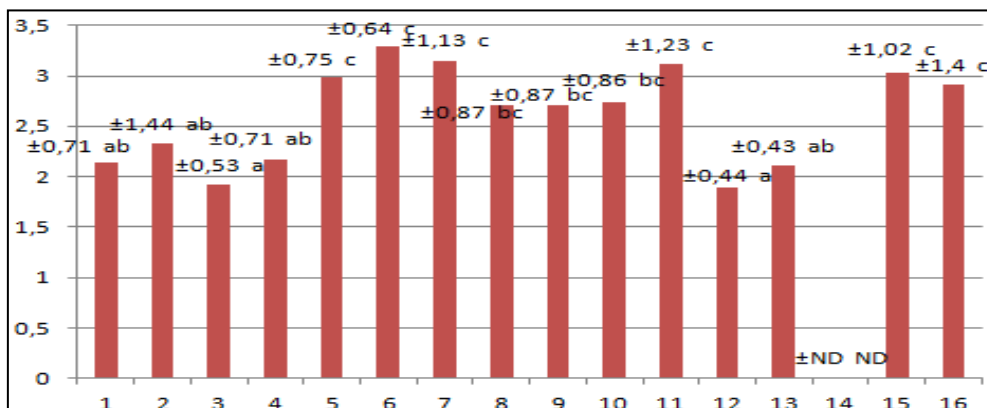


Figure 20 : Diamètre moyen d'ostiole des 16 échantillons étudiés.

2. CARACTERISATION MORPHOLOGIQUE

2.1. Forme du fruit

L'ensemble des échantillons objet de la présente étude ont tous une forme aplatie à l'exception des échantillons E1 et E16.

Cette forme est généralement acquise lors d'aplatissement manuel que subissent les fruits au cours du séchage. D'après les résultats de l'enquête menée auprès des commerçants, les figues sèches sont généralement aplatie compte tenu des avantages que présente cette pratique sur le plan esthétique (forme appréciée par le consommateur local) que sur le plan qualitatif (le fruit devient inaccessible par les insectes).

Les échantillons E14 et E16 ont respectivement une forme morcelée et une dite piriforme (forme non modifiée). Ces deux formes sont généralement moins appréciées par le consommateur local.

Les résultats de l'enquête nous ont permis de constater que les fruits morcelés sont souvent mélangés avec des feuilles de plantes aromatiques (exemple du Thyn) et des huiles végétales (huile d'olive comme exemple).

L'analyse de la variance, montre une valeur significative ($P = 0.0001$) ce qui montre une variabilité des échantillons.

2.2. Présence ou absence du pédoncule

La pédoncule est présente chez tous les échantillons sauf l'échantillon 7 et 16 (Figure 21).

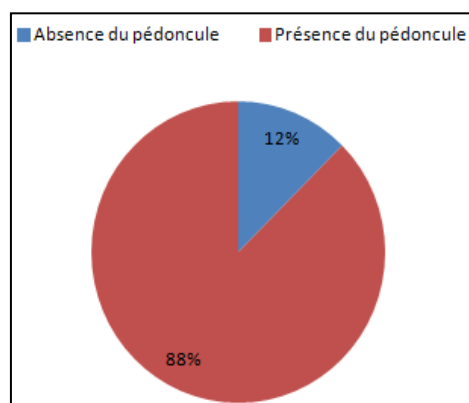


Figure 21 :Etat du pédoncule dans les échantillons étudiés.

2.3. Abondance de graines

Tout les échantillons ont une composition abondantes des grains sauf l'échantillon 3 qui a une composition moyenne abondante (Figure 22).

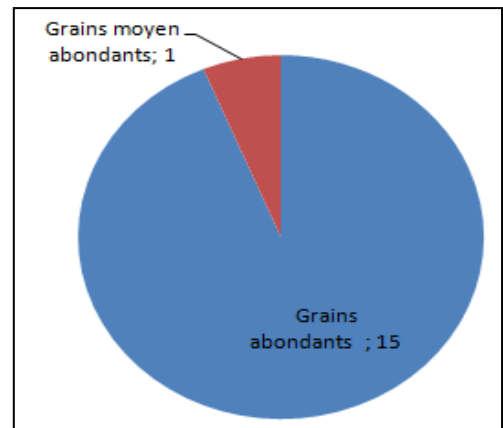


Figure 22 : Abondance des grains dans les échantillons étudiés.

2.4. Traits ou fissures d'épiderme

Généralement, il existe dans d'autres variétés des traits gris ou jaune mais les échantillons présents ne montrent que des traits bruns(Figure 23).



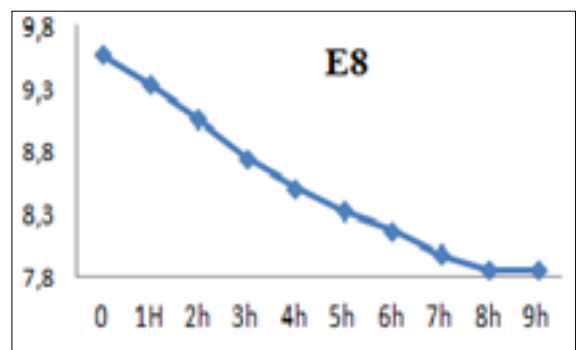
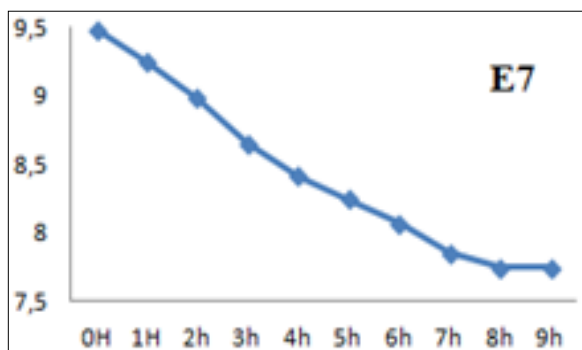
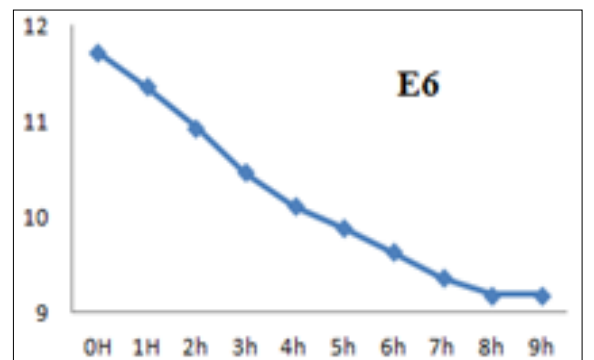
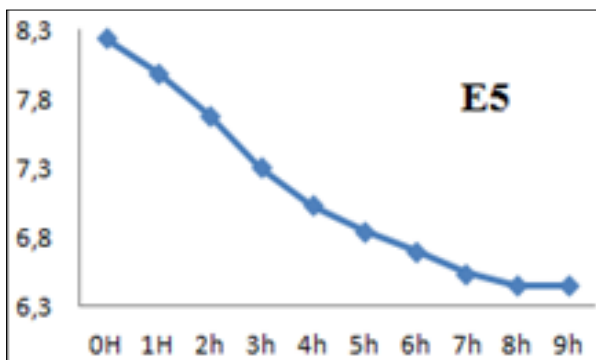
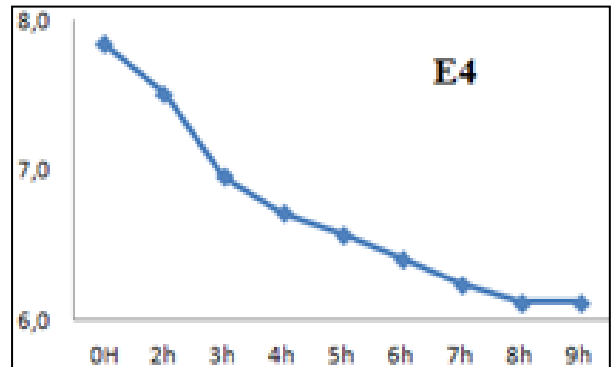
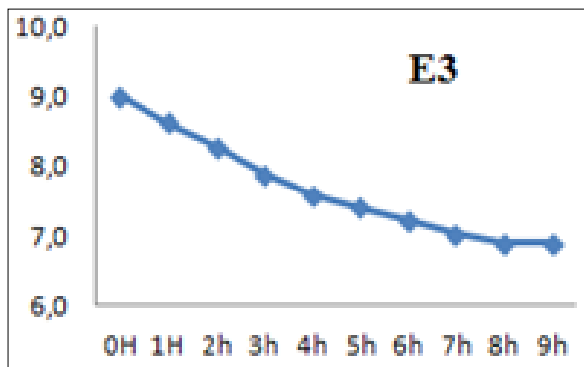
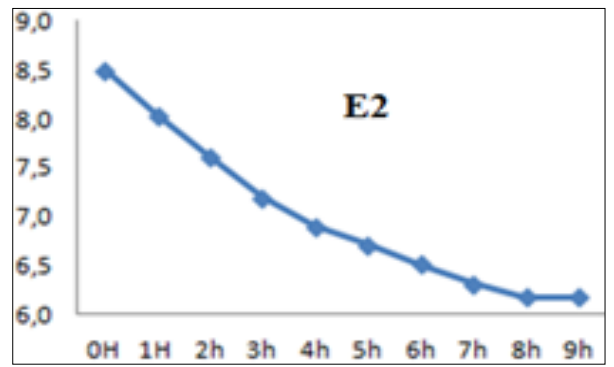
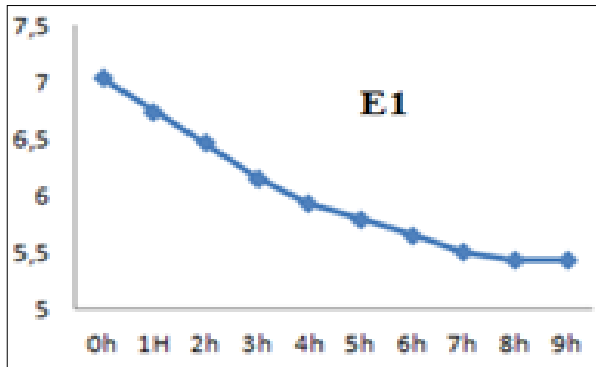
Figure 23 : Traits d'épiderme

2.5. Teneur en eau et cinétique de la perte du poids

Le poids de tous les échantillons placés dans l'étuve s'est stabilisé au bout de 9heures, ce qui prouve que ces derniers ne contiennent plus d'eau. Les graphes ci-dessous montrent l'allure du poids (mg) en fonction du temps des échantillons de 1 à 16 respectivement. (Figure 24 et 24) .

Le poids des échantillons s'est stabilisé dans la même durée ce qui nous pousse à dire que ces échantillons sont séchés de la même façon.

Le poids des échantillons E16, E11 et E14 n'a pas trop diminué ce qui montre que ce dernier n'est pas affecté par la teneur en eau. Ces échantillons représentent les échantillons les plus gros.



Cinétique du poids des 16 échantillons étudiés.

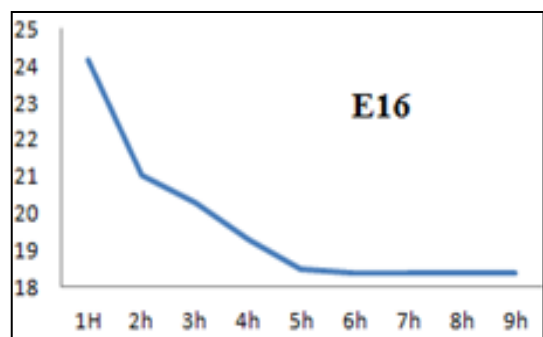
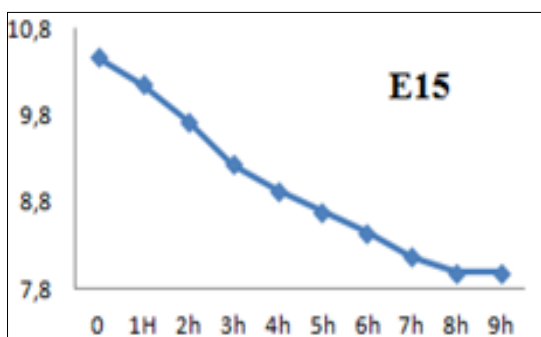
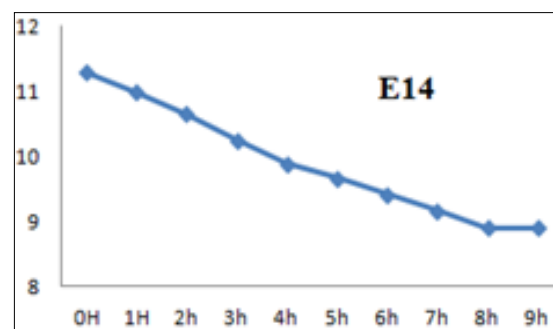
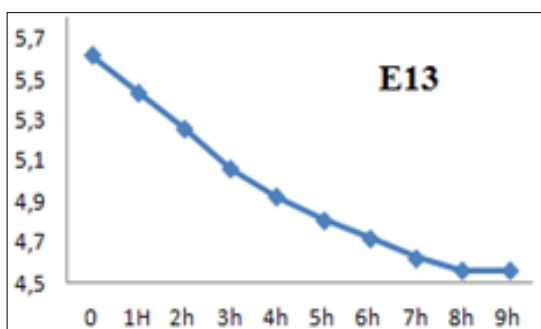
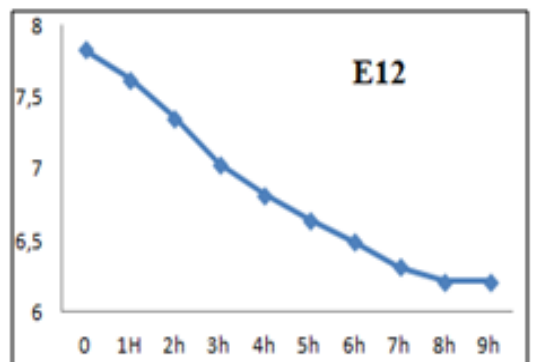
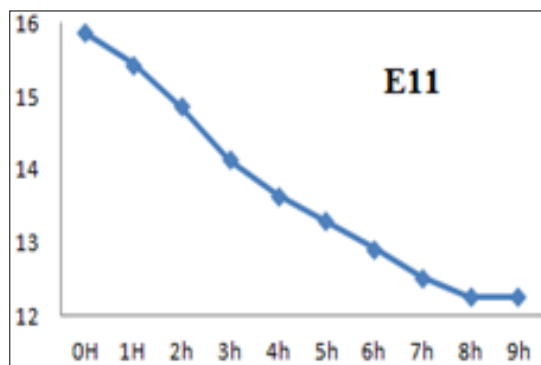
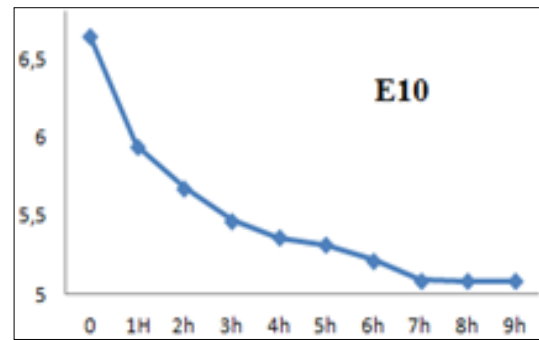
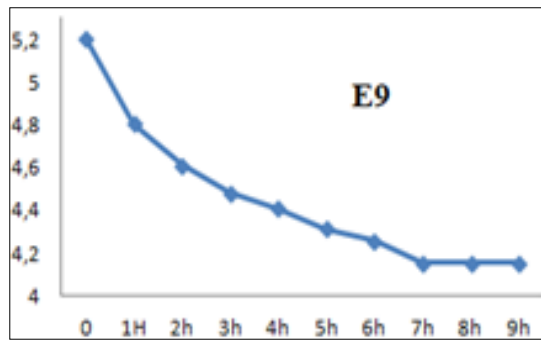


Figure 25 : Cinétique du poids des 16 échantillons étudiés (suite).

2.6. Présence du miellat et du développement fongiques

Les échantillons objet d'études ne montre ni de miellat ni de développement fongiques . La miellat est un indice du métabolisme des insectes sur les végétaux , son absence est expliqué probablement par l'absence de ce métabolisme.

L'absence du développement fongique nous renseigne sur la qualité des figes , ces échantillons sont d'une bonne qualité .

2.7. Couleur de l'épiderme des fruits

Les paramètres indiquées par le colorimètre (Annexe 3) nous renseignent qu'il y'a une similitude entre les différents échantillons. En effet les 16 échantillons présentent des valeurs négative de a^* ainsi que de b^* ce qui indique que ces derniers tendent d'une coloration verdâtre à bleuâtre. Ceci peut être confirmé par une observation à œil nu, la majorité des échantillons représentent un brunissement au niveau de leur épiderme, ce qui explique ces résultats obtenues (Annexe 3)

Les valeurs obtenues pour les 16 échantillons sont limitées entre 110 et 189, elles nous indiquent que ces échantillons ont une couleur située dans le spectre du rouge à violet.

2.8. Matrice de corrélation

D'après la matrice de corrélation, il s'est avéré que l'abondance des grains est corrélé avec l'absence ou la présence du pédoncule et la forme , tandis que la forme n'est pas corrélée avec l'absence ou la présence du pédoncule .

II. CARACTERISATION BIOCHIMIQUE

1. TENEUR EN POLYPHENOLS TOTAUX

D'après la figure 26, le rendement du dosage de l'extraction en utilisant le tampon (méthanol et acide ascétique) est plus élevé que celui avec l'éthanol à l'exception de quelques échantillons (E11, E13 et E15). Les figes contiennent une quantité de polyphénols qui se situe entre 1 et 110 mg d'équivalent d'acide gallique sur 100 g de la matière sèche, ces résultats concordent résultats de Fernando Vallejo *et al.* (2012) dont la teneur en PPT est de 153.7 mg/100 g .Par contre ils sont plus important que ceux de Harzllah *et al.* (2016) dont les teneurs en polyphénols totaux

variaient de 50 à 74 mg , et moins important que les résultats trouvé par Aneta Wojdyło *et al* (2016) dont les valeurs sont au maximum de 300 mg.

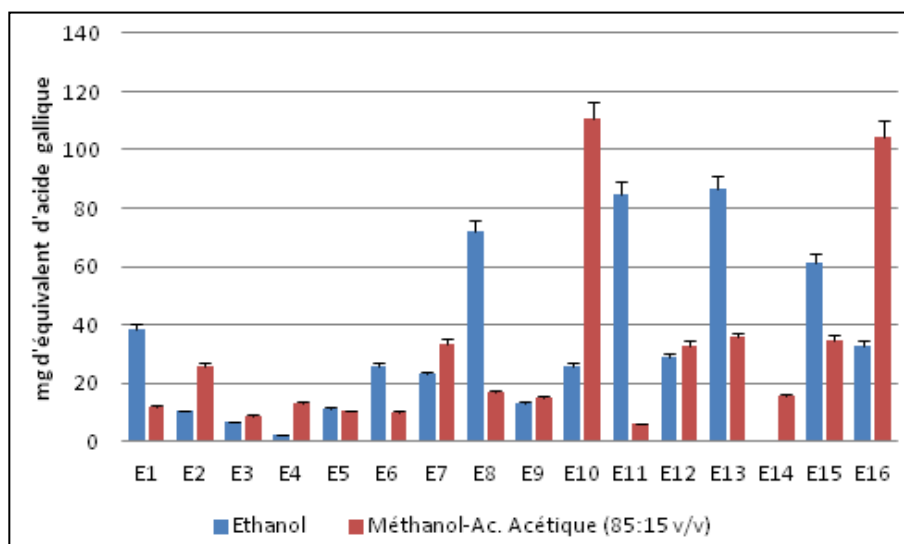


Figure 26 : Teneur en polyphénols totaux(PPT).

2. TENEUR EN SUCRES SOLUBLES TOTAUX

Selon la figure 27 le rendement du dosage de l'extraction en utilisant le tampon (méthanol et acide ascétiq ue) est plus élevée que celle avec l'éthanol sauf pour l'échantillon E16 .Les échantillons contiennent une quantité importante des sucres solubles totaux qui varie de 3g à 5g d'équivalent de glucose par 100 de la matière sèche.

Ces résultats s'accordent parfaitement avec ceux Melgarejo *et al* (2016) dont les valeurs trouvées sont de 3.5 g , contrairement ils sont plus élevée que les résultats de Uysal *et al.*(2015), dont les valeurs indiquent une teneur 281.02 mg à 643.96 mg d'équivalent de glucose .

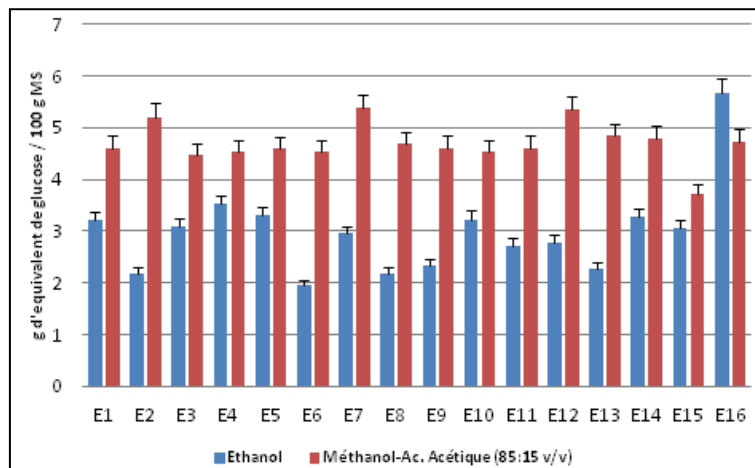


Figure 27 : Teneur en sucres solubles totaux (SST)

3. TENEUR EN MATIERE MINERALE

La figure 28 montre le taux de matière minérale en % en fonction des échantillons.

L'échantillon E11 présente le taux de la matière minérale le plus élevée, tandis que l'échantillon E9 représente le taux le plus faible. Ces résultats ne se concordent pas avec ceux de Ait Haddou L *et al.* (2013) dont les valeurs sont de 2.5 à 6 %.

Les valeurs les plus élevées de la matière minérale sont remarquées chez les échantillons représentant un poids élevé, ainsi que les valeurs les plus faibles sont remarqué chez les échantillons de faible poids, ce qui nous pousse à dire que la teneur en matière minéral est accordée au poids.

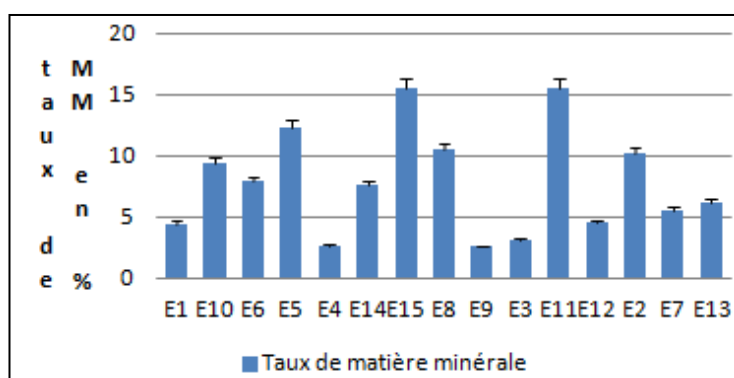


Figure 28 : Teneur en matière minérale(TMM).

4. MATRICE DE CORRELATION

Selon la matrice de corrélation (Annexe 2), tous les paramètres auparavant cités (PPT , SST et TMM) sont corrélé entre eux.

III. ANALYSES STATISTIQUES

La classification ascendante hiérarchique (CAH) selon la corrélation de Pearson (Figure 29), a permis de mettre en évidence deux groupes distincts avec un niveau de similarité avoisinant 0.8.

L'échantillon E10 s'est distingué des autres, en constituant en lui seul un groupe, alors que le deuxième groupe est subdivisé en deux sous-groupes homogènes sur la base de l'ensemble des paramètres évalués et selon un indice de similarité de l'ordre de 0.9.

L'échantillon E16 s'est largement distingué du block en constituant un sous-groupe distinct.

Les autres échantillons sont, en effet, répartis dans les deux sous-groupes restant. Ainsi E1, E2, E6, E5, E7 se sont révélés similaires sur la base des caractères pomologiques et morphologiques et appartiennent tous à un sous-groupe homogène. Par ailleurs, les autres échantillons constituent le troisième sous-groupe du dendrogramme.

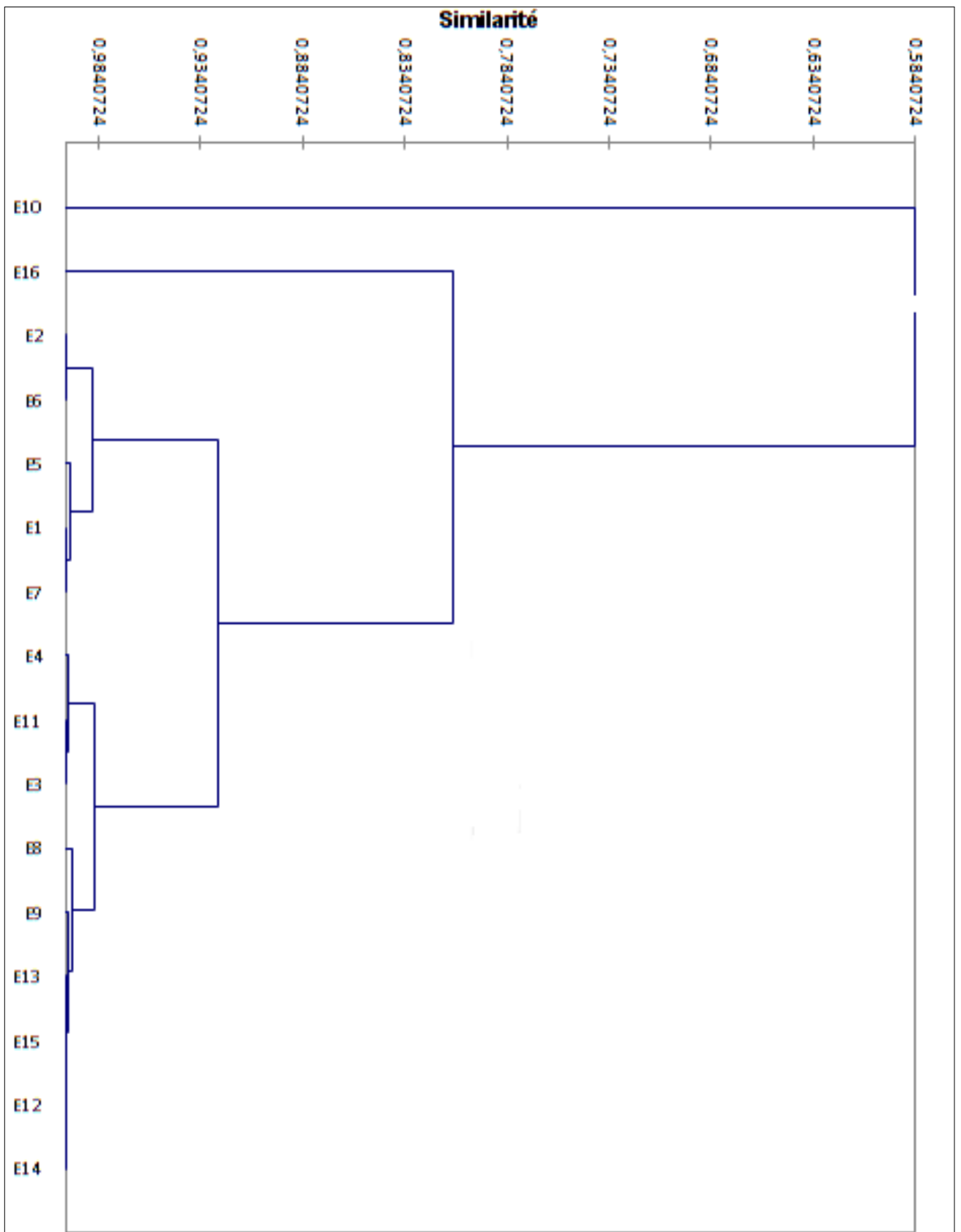


Figure 29 : Dendrogramme CAH.



Conclusion générale

L'étude présente a pour but d'évaluer la variabilité au niveau de la zone de Meknès El- Hajeb sur la base des différents caractères pomologiques définies par : le Poids, le calibre, l'épaisseur et le diamètre de l'ostiole ainsi que des descripteurs morphologiques, on cite : la forme, la présence ou l'absence de pédoncule, l'abondance des grains, la présence de miellat et de développement fongique . D'autre part une caractérisation biochimique de 16 échantillons : 15 locaux, et un échantillon non local collectés.

Les caractères pomologiques et morphologiques considérés dans cette étude ont montré une grande variabilité des cultivars au sein de l'enquête.

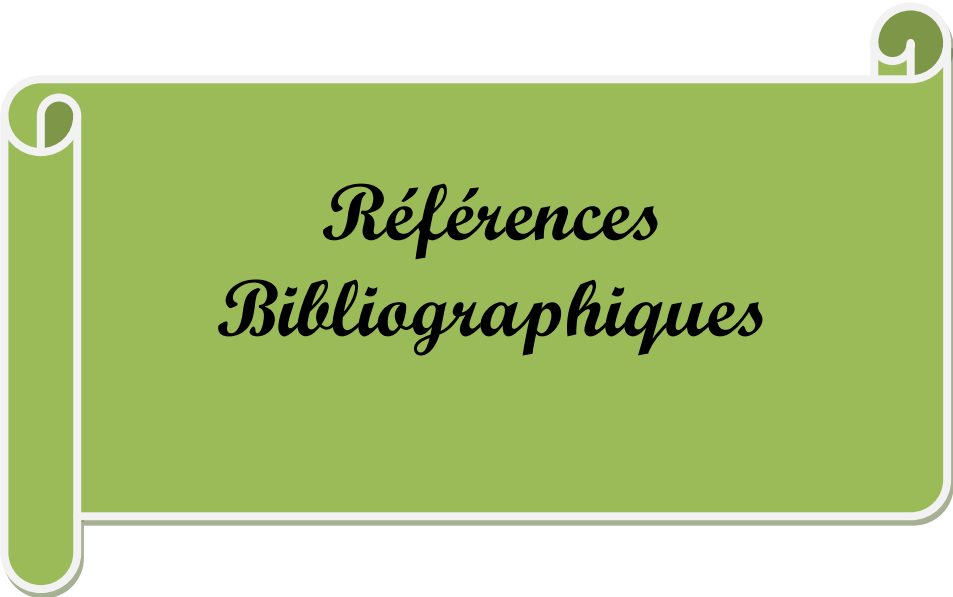
Parmi les 16 échantillons analysés, il existe ceux qui présentent les plus grandes valeurs de poids, de calibre, d'épaisseur et de diamètre d'ostiole, tandis que pour d'autres, ils présentent des faibles valeurs.

L'étude de la cinétique du poids nous a renseigné sur la teneur en eau qui varie d'un échantillon à un autre et qui a un rapport avec le poids, les échantillons ayant un poids important garde une valeur élevée ce qui montre que ces échantillons ne sont pas affecté par la teneur en eau, comme le cas de l'échantillon non local.

La composition biochimique obtenue à partir des analyses effectuée concernant les polyphénols totaux, les sucres solubles totaux et la teneur en matière minérale varie significativement d'un échantillon à un autre.

La concordance entre les résultats de l'ACH montre que l'analyse pomologique peut fournir des informations fiables sur la variabilité du figuier. Les résultats obtenus montrent la constitution de quatre groupes distincts, chacun d'eux est subdivisé en sous groupes. Les échantillons locaux constituent des sous groupes différents tandis que l'échantillon témoin lui seul constitue un sous groupe à part.

Les caractères pomologiques adoptés dans cette étude pourraient servir à l'établissement d'un catalogue variétal des cultivars locaux du figuier.



*Références
Bibliographiques*

Références bibliographique :

- FAO, 2011. "Statistical Database"
- Vidaud J., 1997. - Le Figuier : Monographie. Edition Centre Technique Interprofessionnel des Fruits et Légumes. Paris.
- Ministère de l'agriculture et de la pêche maritime, 2012. "Une nouvelles stratégie de service pour les agriculteurs ", conseil agricole. N°9: p. 149.
- Walali et al, 2003. "Quelques espèces fruitières d'intérêt secondaire cultivées au Maroc", CIHEAM - Options Méditerranéennes:47-51
- Messaoudi Z., Haddadi L., 2008. "Morphological and chemical characterization of fourteen fig trees cultivated in Oulmes area, Morocco", Acta. Hortic. 798: 83-86.
- Ahmed Oukabli et Ali Mamouni "Fiche Technique Figuier,2008"
- Loizzo MR1, Bonesi M, Pugliese A, Menichini F, Tundis R. Chemical composition and bioactivity of dried fruits and honey of *Ficus carica*,2014 J Sci Food Agric 2014; **94**: 2179–2186
- Thu Ha Nguyen. Étude expérimentale et modélisation du procédé de séchage des végétaux. Génie des procédés. Université de Bretagne Sud, 2015.
- A. OUAOUICH, H. CHIMI, guide du sécheur de figes ,2005 Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II - Rabat - Maroc
- Al Haddad, M., Mounir, S., Sobolik, V., Allaf, K. 2008. Fruits and vegetables drying combining hot air, DIC technology and microwaves. *International Journal of Food Engineering*,.
- Dudez, P., Thémelin, A., Reynes, M. 1996. *Le séchage solaire petite échelle des fruits et légumes: expériences et procédés*. Édition du Gret, Paris; p :157 .
- Doymaz, İ. 2004. Convective air drying characteristics of thin layer carrots. *Journal of Food Engineering*, **p** :359-364.
- Tunde-Akintunde, T.Y. 2011. Mathematical modeling of sun and solar drying of chilli pepper. *Renewable Energy*, **p** :2139-2145
- Dr. Rachid Salghi, Analyse physicochimique 1 mémoire ,2013.

- Aprifel, Agence pour la Recherche et l'Information en Fruits et Légumes, fiche nutritionnel de la figue 2013.
- Oguzhan C, alis, kan*, A. Aytekin Polat Phytochemical and antioxidant properties of selected fig (*Ficus carica* L.) accessions from the eastern Mediterranean region of Turkey, 2011. *Scientia Horticulturae* 128 (2011)
- Zerbini, E., Polesollo, A., 1984. Measuring the color of apple skin by two different techniques. In: *Proceeding of the Workshop on Pome-Fruit Quality*, pp. 161–171.
- Sanders, T. H., McMichael, R. W., Jr., & Hendrix, K. W., 2000. Occurrence of resveratrol in edible peanuts. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48(4), 1243–1246.
- Singleton, V. L. Rossi, J.A., 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16, 144-158.
- Pascal Ribéreau-Gayon. ,1968 *Les composés phénoliques des végétaux*: Dunod p :254
- Dubois, M.; Giles, K.A. & Hamilton, J.K. 1956. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Analytical Chemistry*, division of biochemistry, University of Minnesota, St. Paul, Minn. 28 (3), pp 350–356
- L Ait Haddou, A Blenzar, Z Messaoudi, Patrick Van Damme UGent, F Zinedine and A Sakhaoui (2013) EUROPEAN JOURNAL OF SCIENTIFIC RESEARCH. 112(3). p.416-428



Annexes

Annexe 1 : Test de post hoc de Duncan

A .Poids

B.Calibre

Code	Sous-ensemble pour alpha = 0.05							
	a	b	c	d	e	f	g	h
13	5,7125							
1	6,0720							
5		7,3179						
12		7,8840	7,8840					
3		8,0435	8,0435					
15			8,8155	8,8155				
2			8,9295	8,9295				
7				9,3575	9,3575			
4					10,3530	10,3530		
8					10,4425	10,4425		
9					10,4425	10,4425		
10						10,7655	10,7655	
6							11,6935	
11								13,2870
Sig.	,525	,229	,093	,370	,080	,514	,102	1,000

Duncan^{a,b}

Code	N	Sous-ensemble pour alpha = 0.05					
		a	b	c	d	e	f
13	20	28,9255					
5	19		31,2400				
1	20		31,2445				
2	20		31,7025	31,7025			
3	20			32,9885	32,9885		
12	20			33,2625	33,2625		
4	20				33,4775		
15	20				33,8145		
7	20					35,9340	
6	20					36,1590	
10	20					37,2265	
8	20					37,2560	
9	20					37,2560	
11	20						40,1940
Sig.		1,000	,578	,057	,339	,132	1,000

C.Epaisseur

Duncan^{a,b}

Code	N	Sous-ensemble pour alpha = 0.05			
		1	2	3	4
3	20	8,4570			
1	20	8,8445	8,8445		
4	20		9,8630	9,8630	
8	20		10,0495	10,0495	
9	20		10,0495	10,0495	
10	20		10,0750	10,0750	
15	20		10,0830	10,0830	
2	20			10,2110	
13	20			10,2265	
5	19			10,2811	
12	20			11,0855	
11	20			11,1180	
7	20				13,0250
6	20				13,1155
Sig.		,496	,056	,065	,874

D.Larg. ostiole

Duncan^{a,b}

Code	N	Sous-ensemble pour alpha = 0.05		
		1	2	3
12	20	1,8950		
3	20	1,9210		
13	20	2,1130	2,1130	
1	20	2,1460	2,1460	
4	20	2,1740	2,1740	
2	20	2,3260	2,3260	
8	20		2,7120	2,7120
9	20		2,7120	2,7120
10	20		2,7310	2,7310
5	19			2,9921
15	20			3,0315
11	20			3,1210
7	20			3,1525
6	20			3,2950
Sig.		,182	,055	,075

Annexe 2 : Matrice de corrélation

	Poids	Calibre fig	Epaisseur	Largeur ostiole	Forme	Pédoncule	Graines	L*	a*	b*	c*	h*
Poids	1	-,010	,513**	,399**	,451**	-,182	,090	,679**	,337*	,368**	-,562**	-,394**
Calibre fig	-,010	1	,093	-,046	-,522**	,461**	,113	,549**	-,262	,484**	,536**	,481**
Epaisseur	,513**	,093	1	,349*	. ^b	-,206	,209	,016	-,142	,011	-,054	,023
Largeur ostiole	,399**	-,046	,349*	1	,207	-,064	,012	,196	,021	,109	-,182	-,099
Forme	,451**	-,522**	. ^b	,207	1	-,443**	,071	,666**	,348*	,433**	-,576**	-,455**
Pédoncule	-,182	,461**	-,206	-,064	-,443**	1	-,145	,486**	-,299*	,495**	,502**	,501**
Graines	,090	,113	,209	,012	,071	-,145	1	,050	,059	,049	-,052	-,041
L*	,679**	-,549**	,016	,196	,666**	-,486**	,050	1	,625**	,800**	-,946**	-,817**
a*	,337*	-,262	-,142	,021	,348*	-,299*	,059	,625**	1	,664**	-,671**	-,660**
b*	,368**	-,484**	,011	,109	,433**	-,495**	,049	,800**	,664**	1	-,938**	-,989**
c*	-,562**	,536**	-,054	-,182	-,576**	,502**	-,052	,946**	-,671**	,938**	1	,926**
h*	-,394**	,481**	,023	-,099	-,455**	,501**	-,041	,817**	-,660**	,989**	,926**	1

** . La corrélation est significative au niveau 0.01 (bilatéral).

* . La corrélation est significative au niveau 0.05 (bilatéral).

b. Calcul impossible, car au moins une des variables est une constante.

Annexe 3 : valeur mesurés à l'aide du colorimètre

Echant.	L*	a*	b*	c*	h*
E1	-24,7452667	-139,8288	-24,4974667	167,034333	188,4456
E2	-24,2987333	-162,225467	-23,9874	163,9894	184,746267
E3	-24,2173333	-161,6042	-24,0415333	163,379133	188,468
E4	-20,8751333	-145,5038	-19,9124667	149,802533	179,558
E5	-24,5194	-163,7356	-24,1854667	165,512333	188,403133
E6	-23,7679333	-158,753867	-23,4562667	159,3614	188,458333
E7	-24,5331333	-163,976	-24,2181333	165,7548	188,398067
E8	-24,6809333	-165,229	-24,4499333	167,0284	188,417667
E9	-24,5844	-164,769533	-24,3313333	166,556333	188,3998
E10	-24,6178667	-164,9052	-24,3020667	166,619867	188,3834
E11	-24,7389333	-165,381267	-24,4206667	167,174867	188,399067
E12	-24,6903333	-164,896133	-24,4292	166,705933	188,426733
E13	-24,7112	-165,5852	-24,5361333	167,3932	188,443467
E14	-24,5856667	-165,3112	-24,3865333	166,966267	188,373867
E15	-24,6134667	-164,5874	-24,4528	165,9942	188,451333
E16	93,7416667	-0,75293333	2,3706	2,7306	110,263