



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Blida -1-

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département de Biotechnologie et agro écologie

Laboratoire de recherche des plantes médicinales et aromatiques de Biotechnologie

Mémoire de Fin d'Etudes

Pour l'obtention du diplôme de Master en Biotechnologie

Option : « Biotechnologie et valorisation des plantes »

Thème :

*Etude d'état des lieux de la culture des
fraises dans la Wilaya de Tipaza*

Réalisé et présenté par :

Mr DEZIRI Hamza

Mr SOUMATIA Nadhir

Soutenu Devant le jury :

Mr ZOUAOULA	MCA	Université Blida 01	Président
Mme MOUMENE.S	MCA	Université Blida 01	Promotrice
Mme BELKHITER.S	MCB	Université Blida 01	Examinatrice
Melle BENCHEIKH.K	Doctorante	Université Blida 01	Co- PROMOTRICE

Année 2021-2022

Dédicace

Je dédie cet ouvrage

A ma maman qui m'a soutenu et encouragé durant ces années d'études.

Qu'elle trouve ici le témoignage de ma profonde reconnaissance.

A mes frères, mes grands parents et Ceux qui ont partagé avec moi tous les moments d'émotion lors de la réalisation de ce travail. Ils m'ont chaleureusement supporté et encouragé tout au long de mon parcours.

A ma famille, mes proches et à ceux qui me donnent de l'amour et de la vivacité.

A tous mes amis sans exception, qui m'ont toujours encouragé, et à qui je souhaite plus de succès.

A tous ceux que j'aime.

Merci !

Hamza & Nadhir

Remerciements

On dit souvent que « le trajet est aussi important que la destination » ; Les cinq années de maîtrise nous ont permis de bien comprendre la signification de cette phrase toute simple... Ce parcours, en effet, ne s'est pas réalisé sans défis ni sans soulever de nombreuses questions pour lesquelles les réponses nécessitent de longues heures de travail.

Avant de présenter ce mémoire, nous tenons à remercier ALLAH le tout puissant de nous avoir donné la foi et de nous avoir permis d'en arriver là.

*Nous tenons à adresser notre vive reconnaissance et nos sincères remerciements au **Md MOUMEN.S**, enseignante à l'université de Blida 1, pour son encadrement, son aide et sa disponibilité ; elle nous a servi de modèle et elle a toujours honorée ses engagements, par son savoir et son sérieux.*

Nos vifs remerciements et notre profonde gratitude à notre Co- promotrice

***Md BENCHEIKH.K** qui nous a accompagnée, orientée, et bien guidée avec beaucoup de patience et de gentillesse tout au long de notre pratique expérimentale.*

Nous voulons également remercier très chaleureusement les membres de jury :

***Mr ZOUAOUI.A, président** des jurys, enseignant à l'université BLIDA 1, d'avoir accepté de jugé et d'évaluer ce travail de thèse.*

***Md BELKHITER.S**, enseignante à l'université BLIDA 1 d'avoir accepté d'examiner ce travail.*

Notre gratitude ira également aux membres du laboratoire, de recherche et de la station régionale de la protection des végétaux BOUFARIK, pour leur disponibilité,

Nos remerciements les plus sincère vont à tous nos camarades ayant participés de près ou de loin à l'élaboration de ce travail.

Hamza & Nadhir.

Résumé

Cette présente étude vise la connaissance de l'état des lieux de la culture des fraises et l'analyse quantitative et qualitative des fruits produits dans la wilaya de Tipaza. Une enquête a été menée sur cette culture au niveau de cinq sites de production (Chaiba ,Damous ,Bourkika , Sidi Rached et Hadjout) . Ces derniers ont fait l'objet d'analyses quantitative et qualitative , L'enquête menée sur la culture de fraisiers dans la wilaya de Tipaza a révélé la répartition de six variétés de fraises (Nabila , Sabrina , Fortuna , Camarosa , Kamila et Savana) , et selon leur fréquence, la variété Fortuna apparaît la plus cultivée. Il en ressort l'utilisation d'une large gamme de fertilisants . Nous comptons l'utilisation de 14 types d'engrais chimiques. L'enquête sur les problèmes phytosanitaires affectant les fraisiers a mis en évidence la présence de certains ravageurs dont , les thrips, les acariens, les pucerons et les mollusques et cinq maladies phytopathogènes dont, pourriture gris, l'oïdium et l'alternariose . La recherche sur les traitements phytosanitaires a pu mettre en évidence une diversité de pesticides utilisés sur fraisiers en Algérie . Les fongicides et les insecticides semblent les plus appliqués à titre préventif . Nous comptons l'utilisation de cinq fongicides et sept insecticides . La production en nombre de fraises par plante a également montré une variabilité selon les variétés cultivées mais aussi selon les sites de production prospectés . Plusieurs paramètres quantitatifs et qualitatifs ont été évalués. Nous relevons un bon calibre des fraises répondant nettement aux normes européennes en particulier chez les variétés Fortuna, Kamilla et Nabila dans les régions de Hadjout, Bourkika et Damous. Quant à certains facteurs de qualité, les teneurs en eau, en matière sèche, en matière minérale et en sucres totaux semblent variables selon les variétés et selon les localités géographiques. Cependant, les teneurs en Vitamine C demeurent très faibles alors que celles des polyphénols totaux et des flavonoïdes apparaissent intéressantes.

Mots clés : Enquête, sites de production de fraises, Tipaza, caractérisation biochimique.

Abstract

This present study aims at the knowledge of the state of strawberry cultivation and the quantitative and qualitative analysis of the fruits produced in the wilaya of Tipaza. A survey was conducted on this culture at five production sites (Chaiba, Damous, Bourkika, Sidi Rached and Hadjout). The latter have been the subject of quantitative and qualitative analyses, The survey conducted on the cultivation of strawberry trees in the wilaya of Tipaz revealed the distribution of six strawberry varieties (Nabila, Sabrina, Fortuna, Camarosa, Kamila and Savana), and according to their frequency, the Fortuna variety appears the most cultivée. Il the result is the use of a wide range of fertilizers. We count the use of 14 types of chemical fertilizers. The investigation into the phytosanitary problems affecting strawberry trees highlighted the presence of certain pests, including thrips, mites, aphids and molluscs and five phytopathogenic diseases including gray rot, powdery mildew and alternariasis .Research on phytosanitary treatments has been able to highlight a diversity of pesticides used on strawberry trees in Algeria .Fungicides and insecticides seem to be the most applied as a preventive measure .We count the use of five fungicides and seven insecticides .The production in number of strawberries per plant also showed variability according to the cultivated varieties but also according to the production sites surveyed. Several quantitative and qualitative parameters were evaluated. We note a good caliber of strawberries that clearly meet European standards, especially in the Fortuna, Kamilla and Nabila varieties in the regions of Hadjout, Bourkika and Damous. As for certain quality factors, the contents of water, dry matter, mineral matter and total sugars seem to vary according to the varieties and according to the geographical localities. However, the Vitamin C contents remain very low while those of total polyphenols and flavonoids appear interesting.

Keywords : Survey, strawberry production sites, Tipaza , biochemical characterization.

ملخص

تهدف هذه الدراسة إلى معرفة حالة زراعة الفراولة والتحليل الكمي والنوعي للفاكهة المنتجة في ولاية تيبازة. تم إجراء مسح حول هذه الثقافة في خمسة مواقع إنتاج (شعبي ، الهاموس ، بوركيكة ، سيدي راشد وحجو ط). وقد خضعت هذه الأخيرة لتحليلات كمية ونوعية ، وكشف المسح الذي أجري على زراعة أشجار الفراولة في ولاية تيبازة عن توزيع ستة أصناف من الفراولة (نبيلة ، صيريرة ، فورتونا ، كاماروزا ، كامبلا وسافانا) ، ووفقا لتواترها ، يبدو أن صنف فورتونا هو الأكثر استعمالا، وسجلنا استخدام مجموعة واسعة من الأسمدة. حيث احصينا استخدام 14 نوعا من الأسمدة الكيماوية. وقد أبرز التحقيق في مشاكل الصحة النباتية التي تؤثر على أشجار الفراولة وجود بعض الآفات ، بما في ذلك التربس، العث والمن والرخويات وخمسة أمراض نباتية بما في ذلك العفن الرمادي والنباض الدقيقي وداء البديل . و تمكنت الأبحاث حول علاجات الصحة النباتية من تسليط الضوء على مجموعة متنوعة من المبيدات الحشرية المستخدمة على أشجار الفراولة في الجزائر. يبدو أن مبيدات الفطريات والمبيدات الحشرية هي الأكثر تطبيقا كإجراء وقائي. نحن نحسب استخدام خمسة مبيدات فطرية وسبعة مبيدات حشرية. كما أظهر الإنتاج في عدد الفراولة لكل نبات تباينا وفقا للأصناف المزروعة ولكن أيضا وفقا لمواقع الإنتاج التي تم مسحها. تم تقييم العديد من المعلمات الكمية والنوعية. نلاحظ عيارا جيدا من الفراولة التي تحقق بوضوح المعايير الأوروبية ، خاصة في أصناف فورتونا وكامبلا ونبيلة في مناطق حجو ط وبوركيكا و الهاموس. بالنسبة لبعض عوامل الجودة ، يبدو أن محتويات الماء والمواد الجافة والمواد المعدنية والسكريات الكلية تختلف وفقا للأصناف ووفقا للمناطق الجغرافية. ومع ذلك ، تظل محتويات فيتامين ج منخفضة للغاية بينما تبدو محتويات البوليفينول والفلافونويد الكلية مثيرة للاهتمام.

كلمات البحث: مسح ، مواقع إنتاج الفراولة ، تيبازة ، توصيف الكيمياء الحيوية .

Liste des abréviations

DSA	Directions des Services Agricoles.
FAO	Food and Agriculture Organization
PPC	Photopériode critique
CAW	Chambre agriculture wilaya
GLM	General Linear Model
pH	Potentiel hydrogène
Qx	Quintaux
AlCl₃	Chlorure d'aluminium
UV	Ultraviolet
Na₂CO₃	Carbonate de sodium
Nm	Nanomètre
ml	Millilitre
μl	Microlitre.
G	Gramme.
MM	Matières minérales
MO	Matière organique
MS	Matière sèche
C	Celsius.
A/S	Arrière-saison.
Ac	Acide cinnamique.

Liste de tableau

Tableau 1 : Les moyennes pluviométriques mensuelles pour la période (Janv- Mai.2019).....	17
Tableau 2 : Les températures moyennes mensuelles de la période Janv. Mai 2019.....	18
Tableau 3 : Etat phénologique du fraisier durant son cycle annuel.....	05
Tableau 4 : Composition biochimique de la fraise	10
Tableau 5 : Production mondiale de la fraise	12
Tableau 6 : Principaux ennemis du fraisi	15
Tableau 7: Données sur la culture et la production de fraise dans déférents communes de la wilaya de Tipaza	21
Tableau 8: Analyse de variance des calibres de fraises selon les variétés cultivées dans les différents sites de récolt	36
Tableau 9: Classement des variétés cultivées de fraisiers de chaque site de récolte par le test de Tukey, selon e calibre des fruits.	37
Tableau 10 : Analyse de la variance du poids des fruits par le test ANOVA selon les variétés cultivées dans les différents sites prospectés	38
Tableau 11 : Classement des variétés cultivées de fraisiers de chaque site de récolte par le test de Tukey, selon le poids moyen des fruits	39
Tableau 12: Analyse de la variance des teneurs en eau des fruits par le test ANOVA selon les variétés cultivées dans chaque site de récolte	42
Tableau 13: Classement des variétés de fraisiers cultivées dans chaque site par le test de Tukey, selon les teneurs en eau des fruits	43
Tableau 14: Analyse de la variance des teneurs en matière sèche des fruits par le test ANOVA selon les variétés cultivées dans les différents sites de récolte	45
Tableau 15: Classement des variétés cultivées de fraisiers dans chaque site par le test de Tukey, selon les teneurs en matière sèche des fruits.	47

Tableau 16: Analyse de la variance des teneurs en cendres des fruits par le test ANOVA selon les variétés cultivées dans les différents sites.	48
Tableau 17: Classement des variétés cultivées de fraisiers dans chaque site par le test de Tukey, selon les taux de cendres ou de matière minérale des fruits	49
Tableau 18: Analyse de la variance des teneurs en matière organique des fruits par le test ANOVA selon les variétés cultivées dans les différents sites	51
Tableau 19: Classement des variétés de fraisiers cultivées dans chaque site par le test de Tukey, selon les teneurs en matière organique des fruits.	52
Tableau 20: Analyse de la variance des pH des jus de fruits par le test ANOVA selon les variétés cultivées dans les différents sites	54
Tableau 21: Analyse de la variance des pH des jus de fruits par le test ANOVA selon les variétés cultivées dans les différents sites	55
Tableau 22 : Analyse de la variance des teneurs en sucres des fruits par le test ANOVA selon les variétés cultivées dans les sites de récolte	56
Tableau 23 : Classement des variétés de fraisiers cultivées dans chaque site par le test de Tukey, selon les teneurs en sucres totaux des fruits	58
Tableau 24: Analyse de la variance des teneurs en vitamine C des fruits par le test ANOVA selon les variétés cultivées dans les différents sites	59
Tableau 25: Classement des variétés de fraisiers cultivées dans chaque site par le test de Tukey, selon les teneurs en vitamine C des fruits	61
Tableau 26: Analyse de la variance des teneurs en polyphénols totaux des fruits par le test ANOVA selon les variétés cultivées et selon les sites de récolte	63
Tableau 27: Classement des variétés de fraisiers cultivées dans chaque site par le test de Tukey, selon les teneurs en polyphénols totaux des fruits	64
Tableau 28: Analyse de la variance des teneurs en flavonoïdes des fruits par le test ANOVA selon les variétés cultivées dans les différents sites.	65
Tableau 29: Classement des variétés de fraisiers cultivées dans chaque site par le test de Tukey, selon les teneurs en flavonoïdes des fruits	67

Liste des figures

Figure 01. Limite géographique de la wilaya de Tipaza.....	16
Figure 02 : Morphologie générale d'une plante de <i>Fragaria vesca</i> L.....	03
Figure 03 : Fiche d'enquête utilisée dans l'étude d'états de lieux de la culture de fraise dans les zones de production de la wilaya de Tipaza.....	20
Figure 04 : Poids individuel de fruits déterminé à l'aide d'une balance de précision.....	22
Figure 05 : Capsules en céramique des échantillons de fruits de fraise incinérés dans le four à moufle	23
Figure 06 : Capsules en céramique des échantillons de fruits de fraise séchés incinérés dans le four à moufle	28
Figure 07 : four a moufle réglé à 500°C	28
Figure 08 : Capsules en céramique des échantillons de fruits de fraise refroidissent au dessiccateur	28
Figure 09 : formation de complexe bleu.....	26
Figure 10: extrait de fraise filtré et évaporé pression réduite à 50°C au rotavapor	27
Figure 11 : Fréquence des types de variétés cultivées dans les sites de production de fraises dans la wilaya de Tipaza.....	29
Figure 12 : Fréquence des types de fertilisants utilisés dans les sites de production de fraises dans la wilaya de Tipaza.....	30
Figure 13 : Fréquence d'apparition des ravageurs (a) et d'agents phytopathogènes ou des maladies (b) dans les sites de production de fraisiers prospectés.....	32
Figure 14 : Fréquence d'utilisation des types de pesticides face aux maladies (Tn) et aux ravageurs (TRn) dans les sites de production de fraisiers prospectés.....	33
Figure 15 : Production de fraises par plant selon les variétés cultivées et selon les sites de production prospectés.....	34
Figure 16 : Analyse de la variance des calibres des fruits par le test GLM selon les variétés cultivées dans les différents sites Prospectés.....	36
Figure 17 : Analyse de la variance en modèle GLM des poids des échantillons de fraises selon les variétés et selon les sites de récolte.....	39

Figure 18 : Analyse de la variance en modèle GLM de la teneur en eau des échantillons de fraises selon les variétés cultivées et selon les sites de récolte	42
Figure 19 : Analyse de la variance en modèle GLM des teneurs en matière sèche des fruits selon les variétés cultivées dans les différents sites.....	46
Figure 20 : Analyse de la variance en modèle GLM des teneurs en cendres des échantillons de fraises selon les variétés et selon les sites de récolte.....	49
Figure 21 : Analyse de la variance en modèle tukey de la matière organique des échantillons de fruits de fraise selon les variétés et selon les sites.....	51
Figure 22 : Analyse de la variance en modèle GLM des pH des échantillons de fraises selon les variétés et selon les sites.....	54
Figure 23 : Analyse de la variance en modèle GLM des teneurs en sucres des échantillons de fruits de fraises selon les variétés et selon les sites.....	57
Figure 24 : Analyse de la variance en modèle GLM des teneurs en vitamine C des échantillons de fraises selon les variétés et selon les sites de récolte.....	60
Figure 25 : Analyse de la variance en modèle GLM des teneurs en polyphénols totaux des échantillons de fraises selon les variétés et selon les sites de récolte.....	63
Figure 26 : Analyse de la variance en modèle GLM des teneurs en flavonoïdes totaux des échantillons de fruits de fraises selon les variétés cultivées et selon les sites de récolte.....	66

Sommaire

Dédicaces

Remerciements

Résumé

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction

Chapitre1 : Synthèse bibliographique

1.1	Généralités sur la culture.....	2
1.1.1	Historique	2
1.1.2	Description botanique du fraisier	2
1.1.3	Taxonomie	3
1.1.4	Date des semis, repiquage et multiplication des fraisiers	4
1.1.5	Récolte et conservation	4
1.1.6	Cycle annuel du fraisier	4
1.1.6.1	Croissance des feuilles	5
1.1.6.2	Croissance des stolons	7
1.1.6.3	Morphogenèse florale	7
1.1.7	Stades Phénologiques	7
1.1.8	Exigences agro-climatiques	8
1.1.8.1	Température	8
1.1.9	Composition biochimique des fraises	9
1.1.10	Utilisations de la culture.....	10
1.1.10.1	Utilisations culinaires	10
1.1.10.2	Utilisations médicinales.....	11
1.2	Situation de la culture.....	11
1.2.1	Dans le monde.....	11
1.2.2	En Algérie.....	13
1.3	Fraisier cultivé	13
1.4	Fraise et antioxydants	13
1.5	Les différentes variétés de la fraise	14
1.6	Etat phytosanitaire du fraisier	14

2	Matériel et méthodes	16
2.1	Présentation de la région d'étude	16
2.1.1	Situation géographique de la wilaya de Tipaza	16
2.1.2	Les Données climatique de la Wilaya de Tipaza.....	17
2.1.2.1	Climat	17
2.1.2.2	Pluviométrie.....	17
2.1.2.3	température	17
2.1.2.4	Le Vent	18
2.1.2.5	Hydrographie	18
2.2	Etude d'état de lieux de la culture de fraise	19
2.3	Matériel biologique.....	21
2.4	Evaluation quantitatives et qualitatives des fruits de fraises	21
2.4.1	Récolte et échantillonnage	21
2.4.2	Evaluation de rendement des fraises	22
2.5	Analyses organoleptiques des fruits.....	22
2.5.1	Le calibre des fruits.....	22
2.5.2	Le poids	22
2.6	Analyse biochimique	22
2.6.1	Détermination de la matière sèche	22
2.6.2	Détermination de la teneur en eau.....	23
2.6.3	Détermination des taux de cendres ou Matière minérales.....	23
2.6.4	Détermination de la matière organique.....	25
2.6.5	ph des fruits.....	25
2.6.6	Détermination de la teneur en sucres	25
2.6.7	Détermination des Teneurs en vitamine C.....	25
2.6.8	Dosage des polyphénols totaux.....	26
2.6.9	Dosage des flavonoïdes.....	27
2.7	Les Analyses statistiques :	28
3	<i>Résultats et discussion</i>	29
3.1	Etat des lieux sur la culture de fraisiers dans la wilaya de Tipaza.....	29
3.1.1	Variétés de fraises cultivées	29
3.1.2	Types de fertilisants utilisés	30
3.1.3	Ravageurs et maladies phytopathogènes inféodés aux sites de production defraisiers.....	32
3.1.4	Pesticides utilisés dans les sites de production de fraisiers prospectés.....	33
3.1.5	Production moyenne par plant de fraisier selon les variétés cultivées et selon lessites de production prospectés	34
3.2	Analyses organoleptiques des fruits :.....	35
3.2.1	Calibre des fruits	35
3.2.2	Le poids des fruits	37
3.3	Analyse biochimique	41

3.3.1	Teneurs en eau des fruits.....	41
3.3.2	Teneurs en Matière sèche des fruits	43
3.3.3	Taux de cendres ou de matière minérale des fruits	47
3.3.4	Teneurs en matière organique des fruits	50
3.3.5	Le pH des fruits.....	52
3.3.6	Teneurs en sucres totaux des fruits	55
3.3.7	Teneurs en vitamine C des fruits.....	58
3.3.8	Teneurs en polyphénols totaux des fruits	61
3.3.9	Teneurs en flavonoïdes des fruits.....	64
4	<i>Conclusion</i>	68

Introduction

La fraise est une culture fruitière qui a une grande importance à travers le monde, elle fait partie des fruits largement consommés en raison de sa teneur phytochimique élevée (**Halvorsenet al., 2006**). Elle constitue, en effet, une source pertinente de composés bioactifs tels que la vitamine C, les folates et les composants phénoliques (**Giampieri et al, 2012**).

En Algérie, Les principales wilayas productrices de la fraise sont Skikda, Jijel et Tipaza. Cette dernière a été le premier producteur de ce fruit en 2019 avec plus de 200 000 quintaux produits cette durant l'année 2019. Cette culture a connu une large distribution dans d'autres wilayas tell que Alger, Boumerdes, Blida et Mostaganem. (**elwatan 02-04-2019**)

Cependant, cette culture demeure sensible à certaines attaques comme la pourriture grise causé par *le botrytis*. Les producteurs de ce fruit utilisent régulièrement différentes méthodes de lutte, mais ces derniers recourent à l'utilisation des fongicides qui sont néfastes pour la santé et l'environnement.

En effet, la présence de résidus de pesticides dans les fruits et les légumes apparait au tout premier rang des préoccupations en matière de risque alimentaire dans le monde entier (**Anger et Kintz, 2009**).

Dans ce sens, notre thématique de thèse vise essentiellement l'étude d'état des lieux de la culture des fraises dans la wilaya de Tipaza. Ce premier volet a été basé sur des enquêtes et des prospections régionales au niveau des sites de production de fraise,

Le second volet contient des analyses quantitatives et qualitatives des fruits collectés au niveau des lieux prospectés.

Notre thèse comporte trois parties :

La première partie est consacrée à une présentation de la zone d'étude synthèse puis, la synthèse bibliographique. En deuxième partie, nous aborderons le matériel et les méthodes utilisées qui ont permis à l'aboutissement des résultats.

Enfin, la troisième partie, comprendra les résultats et leurs discussions. Nous terminerons ce mémoire par une conclusion générale.

1.1 Généralités sur la culture

1.1.1 Historique

Au XVIème siècle, les explorateurs découvrirent des fraisiers dont la taille des fruits les émerveilla. Ils rapportèrent du Canada des plants de cette dernière que l'on nomma fraisier de Virginie (*Fragaria virginiana* L.). Plus rustique que les fraisiers européens, il se développera en Angleterre et en France, et ce jusqu'à la fin du siècle (**Günter, 2014**).

Depuis la côte ouest du continent américain, il existe d'autres introductions dont la plus importante est le navigateur Amédée François Frézier. C'est le roi Louis XIV qui envoya cet ingénieur au Chili et au Pérou dans le but d'étudier en secret les fortifications espagnoles. Il est passionné de botanique et s'intéresse aux plantes cultivées dans les zones conceptuelles. Il rapporta ce fraisier (*Fragaria chiloensis* L.) du Chili en France en 1714. Mais ces plants ne donnèrent pas de fruits, sauf s'ils étaient cultivés à côté d'autres espèces comme les fraisiers de Virginie, comme ce fut le cas à Plougastel, qui fut un centre de production important dès 1750. (**Günter, 2014**).

1.1.2 Description botanique du fraisier

Le fraisier est une plante vivace, de petite taille, de la famille de rosacées, cultivée pour son fruit (ou fraise), mais poussant aussi à l'état sauvage dans certains sous-bois et sur les talus, (**Michel et al 1981**).

Le fraisier forme de petites touffes de feuilles découpées en trois folioles et rattachées à une tige épaisse, ou rhizome. Il émit des stolons (filets ou coulants), qui se marcotent naturellement. Ses fleurs, blanches, sont pollinisées par le vent ou les abeilles. Ses fruits, rouges, à maturité, proviennent du développement du réceptacle des fleurs ; ils sont composés de petites graines dures (akènes) (**Figure 1**) (**Michel et al., 1981**).

Le fraisier est une plante herbacée pérenne avec une tige très courte portant une rosette de feuilles alternes et trifoliées formant un cœur. L'imbrication étroite des feuilles rend difficile l'étude de son développement. L'inflorescence est une cyme bipare. Les fleurs sont

composées de cinq sépales, cinq pétales, une vingtaine d'étamines et de nombreux carpelles (Gaston., 2010).

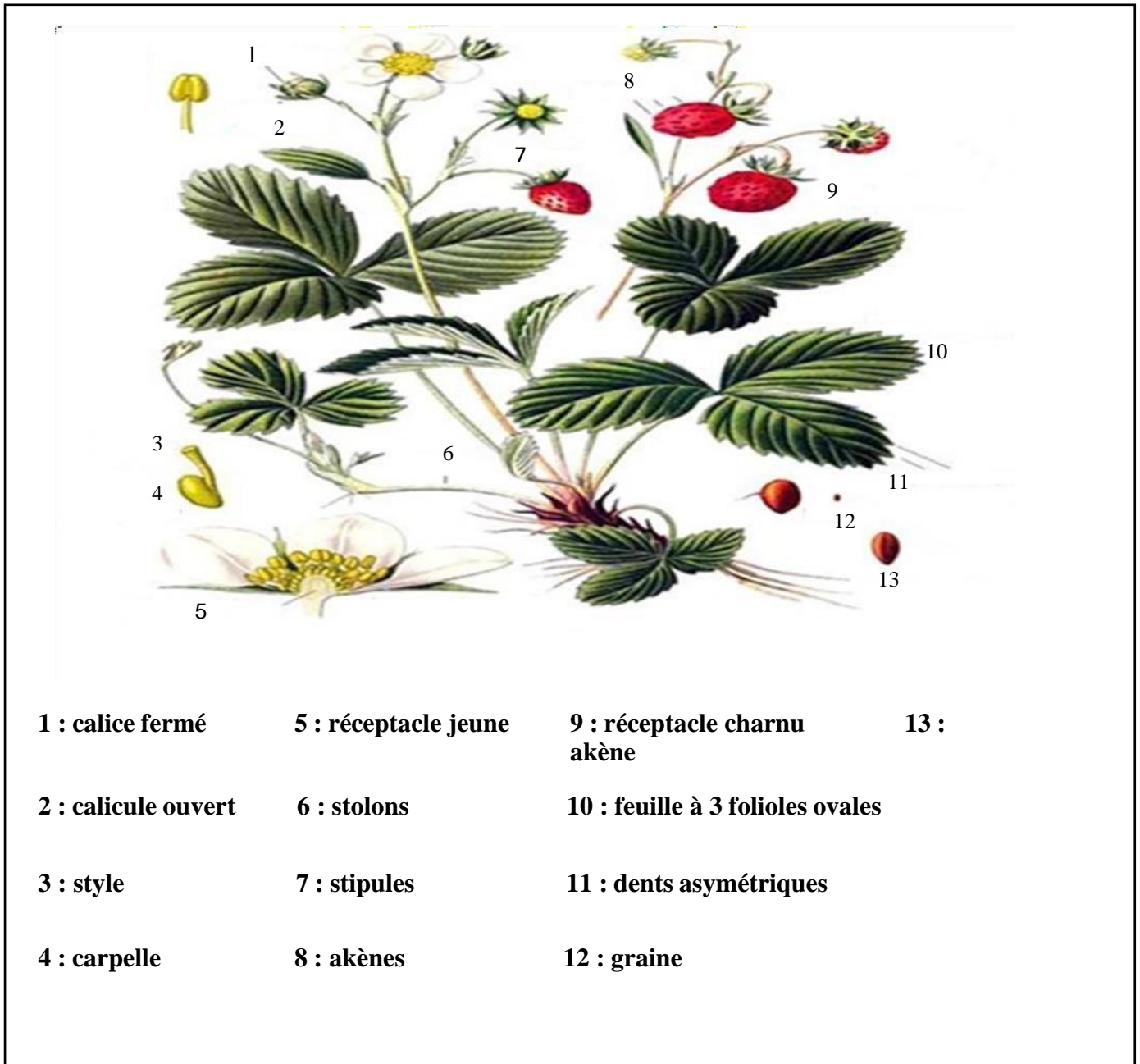


Figure 2 : Morphologie générale d'une plante de *Fragaria vesca* L.(Masclef,1987).

1.1.3 Taxonomie

Fragaria, le genre fraise, est l'un des 90 genres de la famille des Rosaceae qui renferme plus de 3000 espèces (Longhi et al., 2014). Le genre *Fragaria* appartient à la famille des Rosacées. (Potter et al.,2007).

D'après Ouaret et al. (2018), la classification du fraisier est comme suivie :

- **Domaine** : Biota.
- **Règne** : Plantae.
- **Sous-Règne** : Viridaeplantae.
- **Infra-Règne** : Streptophyta.
- **Classe** : Equisetopsida.
- **Clade** : Tracheophyta.
- **Clade** : Spermatophyta.
- **Sous-Classe** : Magnoliidae.
- **Super-Ordre** : Rosanae.
- **Ordre** : Rosales.
- **Famille** : Rosaceae.
- **Genre** : Fragaria.
- **Espèce** : Fragaria ananassa

1.1.4 Date des semis, repiquage et multiplication des fraisiers

Il est possible de faire des semis mais c'est plutôt réservé aux spécialistes. Il est donc préférable d'acheter les plants et les mettre en terre en automne en prévoyant un espace de 40cm entre chaque plant. La multiplication la plus simple est par les stolons ou par division des touffes en automne (**Parshant, 2014**).

1.1.5 Récolte et conservation

La fraise peut être récoltée quand elle arbore sa couleur finale, et quand le fruit se détache facilement du pédoncule. Ses fruits sont fragiles et doivent être manipulés avec beaucoup de délicatesse (**Morard, 1995**).

1.1.6 Cycle annuel du fraisier

Le fraisier est une plante vivace stolonifère dont les feuilles sont dotées de trois folioles au contour dentelé, croissance et sa fructification dépendent de photopériode et de la température, le tableau 6 nous montre les différents stades phénologiques de cette plante durant son cycle annuel.

Tableau 3 : Etat phénologique du fraisier durant son cycle annuel (Bardet, 2005).

Saison	Été	Automne	Hiver	Printemps
Photopériode et climat	Jours longs et températures élevées	Jours décroissants et températures décroissantes	Jours courts et températures basses	Jours courts (croissants) et augmentation des températures
Etat de la plante	Croissance végétative	Ralentissement de la croissance active	Arrêt de la croissance Entrée en dormance	Reprise de la croissance
	Emission de stolons	Initiation florale, début de développement des hampes florales Accumulation des réserves	Levée de dormance	Développement des hampes florales initiées à l'automne Floraison – fructification Reprise de l'initiation florale dans certains cas

1.1.6.1 Croissance des feuilles

A partir de la fin de l'hiver, la croissance devient manifeste au niveau du bourgeon terminal. La croissance des feuilles devient importante (allongement des pétioles, augmentation de la surface des feuilles). De nouvelles feuilles sont émises (élaboration d'ébauches foliaires). De même, si une inflorescence est présente, elle va croître ; la floraison se produira, puis la croissance et la

maturation des fruits. La vitesse de croissance végétative mais aussi les dimensions finales des feuilles sont toujours sous le contrôle instantané des facteurs de l'environnement ; en particulier la photopériode exerce une influence positive sur la multiplication et l'allongement cellulaires. Mais bien sûr, l'alimentation hydrique et minérale peut moduler la croissance, ainsi que les facteurs biotiques (maladies, parasites, ...), mais pas

le rythme d'émission des feuilles (**Guttridge, 1970**). Les températures optimales pour la croissance se situeraient dans une plage de 18 à 28°C (**Heide, 1977**).

En ce qui concerne les racines la plage optimale des températures serait la même, les effets devenant vite négatifs au-dessus de 30°C.

A l'automne la diminution de la vitesse de croissance et des dimensions finales des feuilles paraît logique. Mais derrière le contrôle instantané des facteurs climatiques, un autre type de facteur apparaît, endogène (**Heide, 1977**).

1.1.6.2 Croissance des stolons

La formation de stolons correspond à un type de ramification du plant de fraisier. Ce phénomène est d'une grande importance pratique, car il est la base de la multiplication végétative des plants de production ; en effet, certains nœuds de stolons (qui sont des rameaux longs) peuvent s'enraciner, puis devenir à terme indépendants de la plante-mère. Nous ne dirons rien ici des connaissances sur le déterminisme environnemental d'émission des stolons (**Gilberto, 2005**).

1.1.6.3 Morphogenèse florale

Le photopériodisme joue un rôle prépondérant, mais la température peut aussi moduler ou contrôler complètement le phénomène. Les températures fraîches au début de l'automne le favorisent ; au contraire des températures froides prolongées le bloquent. Le facteur variétal est très important (**Gilberto, 2005**).

Le genre *Fragaria* compte de nombreuses espèces et variétés qu'on peut distinguer selon leur particularité dans l'induction florale (**Anonyme, 2003**).

1.1.7 Stades Phénologiques

- **Induction florale** : Chaque variété est définie par sa photopériode critique. L'induction florale ne peut avoir lieu que si la longueur du jour est inférieure à sa photopériode critique (PPC). On distingue 3 types de variétés : Les variétés remontantes : Sont les variétés dont la PPC > 15-16 heures. Les variétés semi-remontantes : sont les variétés dont la PPC = 13 heures. Et les variétés non remontantes : Sont les variétés dont la PPC = 11 heures (**Anonyme, 2018**).
- **Dormance** : Suite à la l'induction florale, la plante entre en dormance et il y a une réduction au minimum des activités physiologiques. En Tunisie, cette période se situe en décembre-janvier en moyenne (**Anonyme, 2018**).

- **Croissance végétative** : Après la dormance la plante reprend son activité physiologique lorsque les conditions sont favorables ($T^{\circ} > 5^{\circ}$, jours longs). Plus les jours sont longs plus la croissance végétative est meilleure. (**anonyme, 2018**).
- **Floraison et fructification** : Les bourgeons floraux initiés en automne sont à l'origine des inflorescences et des fruits qui apparaissent au printemps sur les variétés non remontantes. La floraison se déroule en jours de longueur croissante et à des températures de l'ordre de 10-15 °C (**anonyme, 2018**).

1.1.8 Exigences agro-climatiques

La culture de fraisier est conditionnée par plusieurs facteurs, en distinguant :

1.1.8.1 Température

Les plants de fraises sont capables de supporter des températures estivales d'environ 55°C. Cependant, des températures élevées peuvent provoquer une maturation rapide, empêchant le fruit d'atteindre une bonne taille. Les températures annuelles moyennes comprises entre 15°C et 20°C pour une meilleure fructification (**anonyme, 2018**). Une bonne fécondation exige une température de 20°C et une humidité relative inférieure à 60%. Ainsi que, la maturation du fruit nécessite une température au-dessus de 15°C (**anonyme, 2017**).

1.2.8.2 Luminosité

La culture du fraisier est également influencée par la luminosité. C'est ainsi qu'en jours longs la plante produit des stolons. Cette plante subit deux croissances, la première a lieu par temps chaud et jours long. Elle est caractérisée par une production élevée de feuilles et un port érigé. La seconde ayant lieu au début de l'automne, confère à la plante un aspect trapu. L'initiation florale est déclenchée par l'apparition de jours courts, mais lorsque les jours courts sont maintenus durant un temps prolongé, ils provoquent l'entrée en dormance des plantes. La grosseur du fruit est fonction du nombre d'akènes fécondés. Plusieurs régulateurs de croissance existent pour améliorer cette fécondation (auxines, gibbérellines, cytokinines, inhibiteurs de croissance, retardant de croissance, éthylène et produits générateurs d'éthylène). La fraise a besoin de beaucoup de soleil pour développer toutes ses saveurs (**anonyme, 2017**).

1.2.8.3 Le sol

La structure physique du sol et son contenu chimique présentent un intérêt particulier pour la culture de la fraise. Ainsi, cette culture préfère des sols équilibrés riches en matière organiques, aérés, bien drainés, mais avec une certaine capacité de rétention en eau. La granulométrie optimale d'un sol dédié à la culture de la fraise est la suivante : 50% de sable, 20% d'argile, 15% de calcaire et 5% de matière organique (**anonyme, 2018**).

Cette culture s'adapte à une large gamme de sols. Elle préfère des terres chaudes à texture légère. Elle se comporte mieux dans un sol fertile, humifère et sableux. Elle craint les sols compacts ou non drainants et redoute les chlorures même à des doses faibles de l'ordre de 0,5%. Le pH optimum du sol doit être compris entre 5,7 et 6,5 et la teneur en calcaire doit être inférieure à 2% (**Michel, 1981**).

1.1.9 Composition biochimique des fraises

La fraise est un fruit de composition variée, leur couleur est principalement déterminée par l'accumulation d'anthocyanes et de composés polyphénoliques, et leur teneur en polyphénols est particulièrement élevée comparativement aux autres fruits. Elle est aussi une source d'acides gras essentiels et sains, l'huile de graine de fraise est riche en acides gras insaturés (**Giampieri et al., 2012**).

Tableau 4 : Composition biochimique de la fraise (Giampieri et al., 2012).

Nutriments	Par100g	Nutriments	Par100g
Eau (g)	90.95	Manganèse(mg)	0.0386
Energie(Kcal)	32	Vitamine C(mg)	58.8
Protéines(g)	0.67	VitamineB6(mg)	0.047
Lipide total(g)	0.30	VitamineB12(µg)	0
Glucides(g)	7.68	Fer(mg)	0.41
Fibres alimentaires(g)	2	Magnésium(mg)	13
Sucres(g)	4.89	Phosphore(mg)	24
Saccharose(g)	0.47	Potassium(mg)	153
Glucose(g)	1.99	Sodium(mg)	1
Fructose(g)	2.44	Zinc(mg)	0.14
Calcium(mg)	16	Cuivre(mg)	0.048

1.1.10 Utilisations de la culture

La fraise connaît deux types d'utilisation :

1.1.10.1 Utilisations culinaires

Les feuilles sont incluses dans les tisanes mélangées.

Les fruits sont consommés frais, ajoutés aux boissons estivales et transformés en confitures, desserts, jus, sirop et vin. (Mountain HerbEstate, 2022).

1.1.10.2 Utilisations médicinales

Un stimulant de l'appétit, astringent, antimicrobien, antioxydant et anti-inflammatoire.

Une tisane de feuilles traite la diarrhée et l'inflammation des muqueuses de la bouche (en gargarisme).

Les feuilles et les fruits sont considérés comme un diurétique nettoyant pour les troubles des voies urinaires, les rhumatismes, la goutte et l'arthrite et pour les douleurs arthritiques.

Blanchissement des dents et l'élimination des taches de rousseur et l'acné de la peau.

Un traitement d'urgence pour les coups de soleil légers.

L'application de la purée de fraises sur le cancer de la peau.

Pour la gastrite et comme tonique du foie après une hépatite.

Utilisé dans les épidémies de typhoïde (antibactériennes). (**MountainHerbEstate, 2022**).

1.2 Situation de la culture

1.2.1 Dans le monde

A l'échelle mondiale, la production de fraises connaît une hausse depuis 2010. Cette production atteignait plus de 8 millions de tonnes en 2014 (**Plénet et al., 2016**).

Les 10 plus gros pays producteurs au monde représentent plus de 80% de la production mondiale, les trois principaux pays producteurs en 2014 sont la Chine, les États-Unis et le Mexique avec respectivement une production de 7 643 730 tonnes, 1 420 570 tonnes et 468 248 tonnes de fraises, après viendra la Mexique avec une production de 468 248 tonnes suivie de l'Égypte, la Turquie, l'Espagne, l'Allemagne et la Pologne. La France arrive en dernière avec 58 737 tonnes de fraises produites malgré que ce soit la grande consommatrice de ce fruit (**FAO, 2017**).

Tableau 5 : Production mondiale de la fraise (FAO, 2017).

Pays	Production mondiale (tonnes)
Jordanie	5 056
Afrique du Sud	7 529
Tunisie	9 759
Belgique	45 000
Australie	48 401
Iran	55 946
France	58 737
Pologne	196972
Allemagne	143221
Espagne	366151
Turquie	415150
Egypte	464958
Mexique	468248
Etats unis	1 420570
Chine	7 643730

1.2.2 En Algérie

La fraise concerne plus de 1 000 ha, en plein champ, ainsi que sous petits et grands tunnels. La production s'échelonne de janvier à fin juin, cette dernière se disperse dans trois principales wilayas qui sont :

- **SKIKDA** : le rendement moyen par ha a atteint 66 Qx/année à travers une superficie totalisant 303 ha.
- **JIJEL** : Cette culture occupe une superficie de 340 ha et une production de 14000 tonnes.
- **TIPASA** : une région phare pour cette production avec quelques 250 ha, soit une production annuelle proche de 8 750 t (**DSA, 2017**).

1.3 Fraisier cultivé

On les classe en deux groupes :

- Fraises à petits fruits (*Fragaria vesca* *sempervirens*) ou fraises "quatre saisons", fleurissant de mai à octobre, à stolons fins et nombreux (les variétés dites "Guillons" n'ont pas de stolons) (**Michel al, 1981**).
- Les fraisiers à gros fruits (*Fragaria grandiflora*), se divisent en deux sous-groupes : d'une part, les fraisiers non remontants, ont une seule période de récolte et les plus cultivés, et d'autre part, les fraisiers remontants, qui produisent deux fois (en mai et en juin, puis de la fin de juillet jusqu'aux gelées) (**Michel al, 1981**).

Les fraisiers (genre *Fragaria*) sont des Angiospermes de la classe des Dicotylédones. (**Oukala, 2014**). Le fraisier actuellement cultivé (*Fragaria ananassa* *Duch.*), résulte d'un croisement entre deux fraisier (*Fragaria virginiana* *Duch.*) et (*Fragaria chiloensis* (*L*) *Duch.*). Ce dernier qui fut décrit par Antoine Duchesne, est vigoureux et produit de grosses fraises (**Oukala, 2014**).

1.4 Fraise et antioxydants

La fraise (*Fragaria* × *ananassa*) est considérée comme un aliment fonctionnel offrant de multiples bienfaits pour la santé, notamment des effets antioxydants, cardiovasculaires, antihypertensifs et antiprolifératifs (**Basu et al., 2014**).

Les fraises sont une source importante de vitamines de group B, de vitamine C, de vitamine E, de potassium, d'acide folique, de caroténoïdes et de flavonoïdes spécifiques comme la pelargonidine, la quercétine et la catéchine (**Giampieri et al., 2012**) ou le

tiliroside flavonoïde et possède des activités anti-inflammatoires, antioxydantes, anticarcinogènes et hépatoprotectrices (Goto *et al*, 2012).

1.5 Les différentes variétés de la fraise

Ils existent présentement environ 600 variétés différentes de fraisiers et ils varient entre eux selon plusieurs critères dont la taille, la texture, la saveur, la couleur, la résistance aux maladies, la période de production et le niveau en éléments nutritifs (Hebbache *et al.*, 2013).

Aujourd'hui, 20 variétés sont disponibles à savoir :

CARNICA, AROSA, VENTANA, CRISTAL, TUDLA, TIOGA, CANDONGA, CARMELA, NAIDA, SABRINA, CAMILA, SAINT ANDREAS, FORTUNA, FESTIVAL, GARDA, WINTERSTAR, JAUNICA, MELISSA, MARISOL, CAMAROSA, NABILA et SABRINA. (DSA, 2019).

1.6 Etat phytosanitaire du fraisier

Les effets néfastes du ravageur (considéré comme le principal ennemi de la fraise) se manifestent par l'absorption du contenu cellulaire due à l'alimentation à partir des tissus verts de la plante. Ce dégât est souvent accompagné de décolorations plus au moins intenses des tissus (Andi Schmid, IRAB1997) (Tableau 3).

Tableau 6 : Principaux ennemis du fraisier (Andi Schmid et IRAB1997).

Maladies et parasites	Symptômes
Acariens	Formation de zones sèches et brunâtres sur le revers des feuilles. Changement de coloration des tissus foliaires. Réduction de l'activité photosynthétique.
L'antracnose	Maladie se manifestant par des lésions rondes de 1 à 2 cm sur les fraises, avec le centre de la tache enfoncée en « coup de pouce ». De couleur « bronzée », la nécrose devient ensuite rose puis brune.
Araignées rouges	Elles affaiblissent les plantes, les feuilles virent au bronze et tombent.
Oïdium	Des pustules sombres se forment à la face supérieure des feuilles des fraisiers, tandis qu'un champignon blanchâtre apparaît sur les tiges florales.
Pourriture grise (Botrytis cinerea)	Les fruits pourrissent et se couvrent d'un duvet gris
Pucerons	Déformation des boutons et des tiges florales et ils provoquent l'enroulement des feuilles
Le ver gris de la fraise	Le ver gris de la fraise, des larves de couleur crème avec deux bandes brunes sur le dos rongent les jeunes pousses.
Limaces	Elles se délectent des fruits
Maladie du cœur rouge des fraisiers (Phytophthora fragariae)	Elle infecte les racines, qui deviennent brunes ou noires avec un cœur rouge. Les plantes atteintes sont affaiblies, avec de petites feuilles flétries. La fructification est pauvre ou inexistante
Chlorose marginale du fraisier	Croissance stoppée, jaunissement et déformation des feuilles.

2 Matériel et méthodes

2.1 Présentation de la région d'étude

Notre recherche a été conçue pour étudier l'état des lieux de culture des fraises dans les zones de production de fraises de la province de Tipasa.

2.1.1 Situation géographique de la wilaya de Tipaza

La wilaya de Tipaza se situe au nord du tell central et limitée géographiquement par la mer méditerranée au nord à l'ouest, la wilaya de Chlef, la wilaya d'Ain –Defla au sud-ouest, la wilaya de Blida au sud et la wilaya d'Alger à l'est, elle couvre une superficie totale de 1725 km², répartie en :

- Montagnes : 20%
- Plaines : 35%
- Collines et Piémonts : 35%
- Autres : 10%

Elle s'étend sur une superficie de 1707 Km², dont 70400 ha constituent la superficie agricole totale. Dans cette superficie on identifie 62243 ha de superficie agricole Utile (**Boudjellal, 2006**).



Figure 1 : Limite géographique de la wilaya de Tipaza.

2.1.2 Les Données climatique de la Wilaya de Tipaza

2.1.2.1 Climat

La wilaya de Tipasa se situe dans un seul étage bioclimatique subdivisé en deux variantes :

- L'étage sub-humide caractérisé par un hiver doux dans la partie nord.
- L'étage sub-humide caractérisé par un hiver chaud dans la partie sud.

Les vents ont des fréquences différentes durant l'année ; les plus dominantes sont de direction sud et ouest. Quant au siroco, il est rarement enregistré au cours de l'année, par contre les gelées sont fortement influencées par l'altitude. (james diebel)

2.1.2.2 Pluviométrie

La région concernée par notre étude est située dans le littoral algérien qui est caractérisée par un climat de type méditerranéen. Les précipitations moyennes enregistrées font ressortir une pluviométrie moyenne annuelle de 600 mm durant la période 1978-2010.

Le tableau (1), représente les moyennes pluviométriques mensuelles pour la période (Janv-Mai.2019) (james diebel)

Tableau 1 : Les moyennes pluviométriques mensuelles pour la période (Janv-Mai.2019)
(james diebel)

M ois	Janvi er	Févr ier.	Ma rs	Avril	Mai
P (mm)	104	29	33	1 0 9	19

2.1.2.3 température

Elles varient entre 24°C pour le mois chaud (Mai), à 8° C pour le mois le plu froid (Janvier).

Le tableau (2), indique qu'au cours les mois expérimentale Mars -Mai 2019, les

Plus basses températures sont observées respectivement au mois de Avril avec une valeur de 12 °C, alors que les températures les plus élevée sont enregistrées respectivement au mois de Mars, et Mai avec une valeur de 19 °C et 24 °C (james diebel) .

Tableau 2 : Les températures moyennes mensuelles de la période Janv. Mai 2019 (james diebel)

Mois	Jan v.	Fé v.	Ma rs.	Avr il.	M ai.
C°	11	13	15	15	20
C°	13	15	18	19	24
M ax					
C° Min	8	10	12	11	16

2.1.2.4 *Le Vent*

Un vent faible à modéré, frais et humide d'Est soufflé de Mai en Octobre, tandis que le vent d'Ouest soufflé de Novembre en Mai apporte les pluies. La moyenne annuelle de la vitesse du vent (Janvier- Mai 2019), est de 14 Km/h, alors que la plus grande valeur a été enregistrée le mois d'Avril avec 17 Km/h (james diebel)

2.1.2.5 *Hydrographie*

La wilaya de Tipaza dispose d'un réseau hydraulique relativement important, d'Est en Ouest, nous rencontrons les cours d'eau suivants :

- Oued Mazafran,
- Oued El hachem,
- Oued Djer,
- Oued Damous.

2.2 Etude d'état de lieux de la culture de fraise

Ce travail repose sur la collection des informations concernant la culture étudiée s'appuyant sur le relevé de renseignement des fiches d'enquêtes par les agriculteurs dans chaque zone de production de fraise prospecté.

Les prospections sur la culture de fraise ont été réalisées au niveau des serres et des tunnels de cultures de *fragaria ananassa* (Fraise), dans les communes de la wilaya de Tipasa à : Hadjout, Bourkika, Chaiba, Damous, Sidi Rached. Durant 4 mois (depuis le mois de Décembre 2021 jusqu'au le mois de Mars 2022).

Les prospections ont été basées sur le relevé d'informations concernant la culture étudiées selon les fiches d'enquêtes élaborées.

La fiche d'enquête regroupe les paramètres en relation avec la culture à savoir :

- Situation géographique de la région prospectée et la date de lancement de la culture, la superficie cultivée,
- Les variétés utilisées, leurs stades phénologiques prospectés, ainsi que le constat sanitaire et les intrants agricoles utilisés.

ENQUETE REGIONALE SUR LA CULTURE DE FRAISE

Date de prospection :

- **Wilaya :**
 - **Commune :**
 - **Superficie :**
- **Cordonnées géographique :**

- **Multiplication :**

Sommation :

- **Culture (A / S, Saison) :**

- **Les variétés :**

- **Stade phénologique :**

- **Constat phytosanitaire :**

- **Les Engrais :**

- **Produits phytosanitaire :**

Figure 3 : Fiche d'enquête utilisée dans l'étude d'états de lieux de la culture de fraise dans les zones de production de la wilaya de Tipaza (**Originale, 2022**).

2.3 Matériel biologique

Le matériel biologique utilisé dans notre expérimentation est composé d'échantillons de fraise prélevés de différentes zones de production prospectées des communes de la wilaya de Tipaza. Ces échantillons de fruits de 250g ont été prélevés au hasard et coupés à l'aide d'un sécateur stérilisé en préservant le pédoncule et mis dans des sachets en papiers kraft, puis dans une glacière pour leur bon transport vers le laboratoire.

Tableau 7 : Données sur la culture et la production de fraise dans différentes communes de la wilaya de Tipaza.

Région	Date de prospection	Stade phénologique	Date de récolte
Hadjout	01/01/2022	Floraison	12/04/2022
Bourkika	10/01/2022	Floraison	10/04/2022
Sidi Rached	14/01/2022	Floraison	13/04/2022
Chaiba	16/01/2022	Floraison	17/04/2022
Damous	19/01/2022	Floraison	06/04/2022

2.4 Evaluation quantitatives et qualitatives des fruits de fraises

L'évaluation quantitative a été basée sur le relevé de nombre et du poids des fruits de fraises. La qualité des fruits regroupe les analyses organoleptiques et biochimiques. Cette partie a été réalisée au niveau du laboratoire de la station régionale de l'institut national de la protection des végétaux à Boufarik et laboratoire de recherche sur les Plantes Médicinales et Aromatiques au département de Biotechnologies et Agro-écologie de l'université SaadDahlebBlida1, durant 2 mois (depuis le mois d'avril jusqu'au le mois de Mai 2022).

2.4.1 Récolte et échantillonnage

Les fruits ont été prélevés avec leurs pédoncules à l'aide d'un sécateur stérilisé. Ou, 50 fruits sains et matures ont été récoltés et conservés dans des sachets en papier kraft avec les étiquettes codées et placées dans la glacière pour une meilleure conservation lors de leur transport au laboratoire.

2.4.2 Evaluation de rendement des fraises

L'évaluation du rendement a été basée sur le dénombrement des fruits produits par 100 plantes choisies aléatoire et ceci dans chaque site de production prospecté.

2.5 Analyses organoleptiques des fruits

La caractérisation organoleptique des fruits récoltés a porté sur les paramètres suivants :

2.5.1 Le calibre des fruits

Le calibre de fruits a été déterminé pour chaque échantillon de fruits prélevés de chaque site de production. La mesure a porté sur la longueur et la largeur de 10 fruits de chaque variété à l'aide d'un mètre à ruban.

2.5.2 Le poids

Le poids individuel de fruits a été déterminé à l'aide d'une balance de précision, nous pesons 10 fruits de fraise de chaque variété.



Figure 4 : Poids individuel de fruits déterminé à l'aide d'une balance de précision (**Originale, 2022**).

2.6 Analyse biochimique

L'analyse biochimique des fruits a porté sur la détermination des paramètres suivants :

2.6.1 Détermination de la matière sèche

Dans une capsule sèche et tarée au préalable un échantillon de 1 à 2 g de l'échantillon de fruit a été mis dans la capsule dans un four à moufle réglé à 105°C et laisser durant 24h. Après refroidissement au dessiccateur. Peser les échantillons puis remettre dans le four à moufle pour

une heure, ces derniers ont été pesés. Continuer l'opération jusqu'à poids constant (AOAC 1975).



Figure 5 : Capsules en céramique des échantillons de fruits de fraise incinérés dans le four à moufle (**Originale, 2022**).

2.6.2 Détermination de la teneur en eau

La teneur en eau a été estimée par différence entre le poids d'échantillon et la matière sèche (MS)(AOAC 1975) .

$$MS \% = \frac{Y}{X} \times 100$$

$\left\{ \begin{array}{l} Y : \text{poids de l'échantillon après dessiccation} \\ X : \text{poids de l'échantillon humide} \end{array} \right.$

2.6.3 Détermination des taux de cendres ou Matière minérales

La capsule en céramique plus le résidu qui a servi à la détermination de la matière sèche ont été incinéré dans le four à moufles. Chauffé progressivement afin d'obtenir une combustion sans inflammation de la masse durant 1 heure 30 min à 200°C, 2 heures 30 min à 500°C.



Figure 6 : Capsules en céramique des échantillons de fruits de fraise séchés incinérés dans le four à moufle (**Originale, 2022**).



Figure 7 : four a moufle réglé à 500°C (**Originale, 2022**).

L'incinération a été poursuivie jusqu'à combustion complète du charbon formé et l'obtention d'un résidu blanc ou gris clair. La capsule a été refroidie au dessiccateur puis, pesé à l'aide de la balance de précision (**AOAC 1975**).



Figure 8 : Capsules en céramique des échantillons de fruits de fraise refroidissent au dessiccateur (**Originale, 2022**).

La teneur en matière minérale a été calculée par la formule :

$$MM \% = \frac{A \times 100}{B}$$

MM% : teneur en matière ou taux de cendres.

A : poids des cendres

B : poids de l'échantillon

2.6.4 Détermination de la matière organique

La teneur en matière organique (MO) est estimée par différence entre la matière sèche (MS) et les matières minérales (MM) (AOAC 1975).

2.6.5 ph des fruits

Le pH des échantillons de jus a été mesuré à l'aide d'un pH-mètre (Hanna pH 211, USA) par immersion directe de l'électrode dans le jus à 20°C (Martínez-Flores et al, 2015). Les mesures ont été répétées 3 fois.

2.6.6 Détermination de la teneur en sucres

La détermination de la teneur en sucre a été basée sur la technique de Dubois et al. (1956).

Dans des tubes à essais stériles, 2ml du jus de fruits préparé de chaque échantillon collecté. Ont été ajoutés à 1ml de solution aqueuse de phénol préparée à 5% auquel, a été ajouté 5ml d'acide sulfurique concentré 96%. Après l'obtention d'un virage de couleur du jaune vers l'orange à la surface de la solution, cette dernière est agitée à l'aide d'un vortex pour homogénéiser la couleur. Les tubes sont incubés pendant 10 min et on les place au bain-marie à une température de 30°C (la couleur de la réaction reste stable pendant plusieurs heures). Les mesures d'absorbances ont été effectuées à une longueur d'ondes de 485 nm à l'aide d'un spectrophotomètre à UV-visible.

Par ailleurs, la courbe d'étalonnage du glucose à partir d'une gamme de concentration constante de glucose. Les concentrations en sucre des fruits récoltés ont été déterminés selon l'équation suivante : $y = ax + b$. (Annexe 08).

2.6.7 Détermination des Teneurs en vitamine C

Le dosage de la vitamine C a été réalisé pour l'ensemble des échantillons de fruits selon la méthode spectrophotométrique qui consiste à préparer une gamme de dilutions à partir d'une

solution mère d'acide ascorbique de concentration connue. L'absorbance des solutions diluées est mesurée pour chaque concentration. (Pisoschi et al., 2008).

La préparation de la solution mère d'acide ascorbique consiste à dissoudre 0,0176 g d'acide ascorbique dans 100 ml d'eau distillée froide à pH=5, par la suite, trois gouttes d'acide phosphorique 75% ont été ajoutées au mélange pour stabiliser l'acide ascorbique dans sa forme réduite. Différentes dilutions ont été réalisées dans 4 tubes à essai à partir de la solution mère.

Après leur dilution avec 20 ml d'eau distillée, la densité optique de chaque échantillon a été mesurée à l'aide d'un spectrophotomètre UV à la longueur d'onde 245nm à compter la courbe d'étalonnage et à partir de l'équation. $Y=ax + b$. (Annexe 10)

Ensuite, 0.2 g de jus de fraises a été prélevé de chaque échantillon étudié, après leur dilution avec 20 ml d'eau distillée. Nous avons mesuré chaque densité optique avec le spectrophotomètre. La densité optique de l'acide ascorbique est mesurée à 245 nm dans une cuvette contre un blanc réactif à l'aide d'un spectrophotomètre.

2.6.8 Dosage des polyphénols totaux

Ce dosage est fondé sur la quantification de la concentration totale de groupements hydroxyles présents dans l'extrait. Le réactif de Folin - Ciocalteu consiste en une solution jaune acide (Ac) contenant un complexe polymérique d'ions (hétéro polyacides). En milieu alcalin, le réactif de Folin - Ciocalteu oxyde les phénols en ions phénolates et réduit partiellement ses hétéro polyacides d'où la formation d'un complexe bleu (Daels, 1999). (figure 9).



Figure 9 : formation de complexe bleu (Originale, 2022).

Une prise d'essai de 2.5g de jus de fraise a été mise à macérer dans 25ml de méthanol absolu sous agitation magnétique pendant 30 minutes, l'extrait a ensuite été stocké à 4°C durant 24 heures, filtré et évaporé pression réduite à 50°C au rotavapor. (Djeridan *et al.*, 2006).



Figure 10 : extrait de fraise filtré et évaporé pression réduite à 50°C au rotavapor (Originale, 2022).

Une quantité de 200 µl de l'extrait de fruits de chaque échantillon été mélangé avec 1 ml du réactif de Folin-Ciocalteu fraîchement préparé (10 fois dilué) et 0.8 ml de Na₂CO₃ préparé à 7.5%. Le mélange a été incubé à la température ambiante pendant 30 minutes et la lecture a été effectuée à l'aide d'un spectrophotomètre UV-visible à la longueur de 765 nm. Les résultats ont été exprimés en milligrammes équivalent d'acide gallique par g de matière végétale (Daels, 1999).

La teneur en polyphénols totaux a été calculée à partir d'une courbe d'étalonnage linéaire

($y = ax + b$) établie avec des concentrations précises d'acides gallique comme standard de référence, dans les mêmes conditions que l'échantillon de jus de fruits. (Annexe 12).

2.6.9 Dosage des flavonoïdes

L'estimation quantitative des flavonoïdes totaux contenus dans l'extraits de jus a été effectuée selon la méthode du trichlorure d'aluminium (AlCl₃) (Bahorun *et al.*, 1996).

Un volume de 1,5 ml de jus de fruits a été ajouté à 1,5ml de chlorure d'aluminium AlCl₃ (2%), Après une heure d'incubation à la température ambiante, l'absorbance a été mesurée à l'aide d'un spectrophotomètre à la longueur d'onde 245nm.

La teneur en flavonoïdes a été calculée à partir d'une courbe d'étalonnage linéaire ($y = ax + b$) établie avec des concentrations précises de Quercitine comme standard de référence. (**Annexe 14**).

2.7 Les Analyses statistiques :

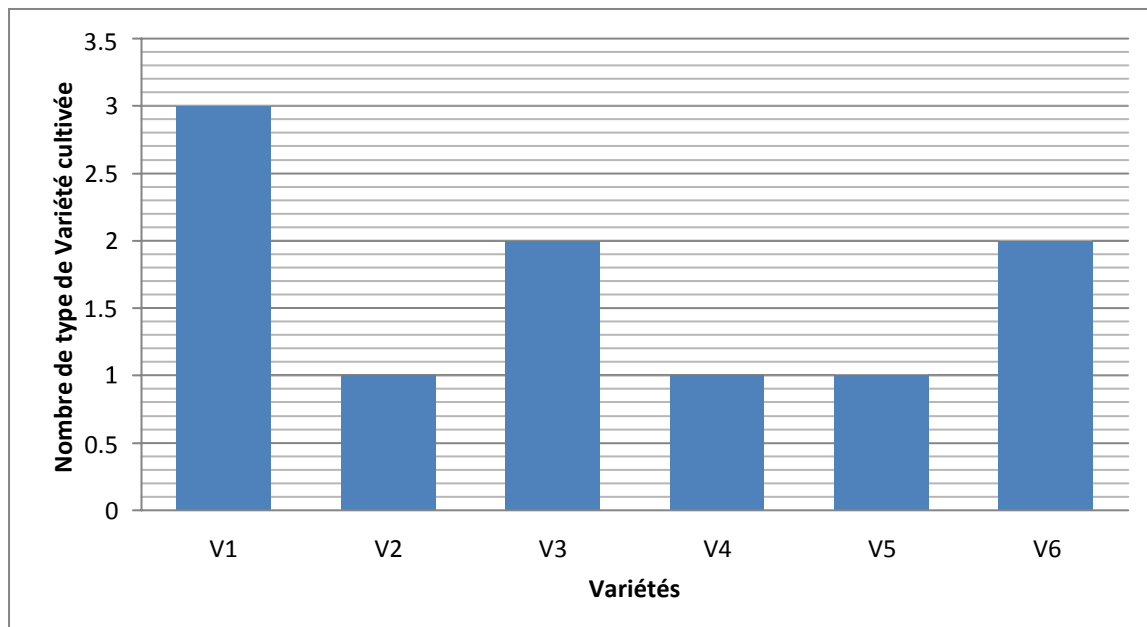
Réaliser des études statistiques pour l'interprétation et la présentation des informations afin de faciliter la compréhension et la lecture des données.

Les analyses statistiques **ANOVA** sont effectuées par le logiciel **MINITAB**, et l'analyse de variance se fait par le test de **GLM** (General Linear Model), et pour le classement des données, se fait par le test de **TUKEY**.

3 Résultats et discussion

3.1 Etat des lieux sur la culture de fraisiers dans la wilaya de Tipaza

3.1.1 Variétés de fraises cultivées



V1 : FORTUNA	V4 :KAMILLA
V2 :CAMAROSA	V5 :SABRINA
V3 : NABILA	V6 :SAVANA

Figure 11 : Fréquence des types de variétés cultivées dans les sites de production de fraises dans la wilaya de Tipaza.

L'enquête a révélé la répartition de la culture de six variétés de fraises dans les zones de productions prospectées dans la wilaya de Tipaza. Selon leur fréquence de culture, il est important de faire ressortir la variété Fortuna (V1) comme la plus cultivée et par degré moindre les variétés Nabila (V3) et Savana (V6) alors que, Camarosa (V2), Kamila (V4) et, Sabrina (V5) semblent les moins cultivées (**Figure 11**). Voir (**Annexe 02**).

Dans cette optique, un article a été publié dans le journal El Waten en 2019. Il a été signalé la diversité des variétés cultivées par les fraiscultures dans la wilaya de Tipaza entre autres celles que nous avons relevées dans les sites de production prospectées et notamment Fortuna, Savana, Sabrina, Camarosa et, Kamilla.

Selon les agriculteurs, la variété Fortuna est la plus cultivée parmi celles qui sont citées par rapport à ces potentialités d'adaptation aux conditions Agro-climatiques propres à la wilaya de Tipaza, que ce soit sur le plan quantitatif ou qualitatif de la production de fraises.

3.1.2 Types de fertilisants utilisés

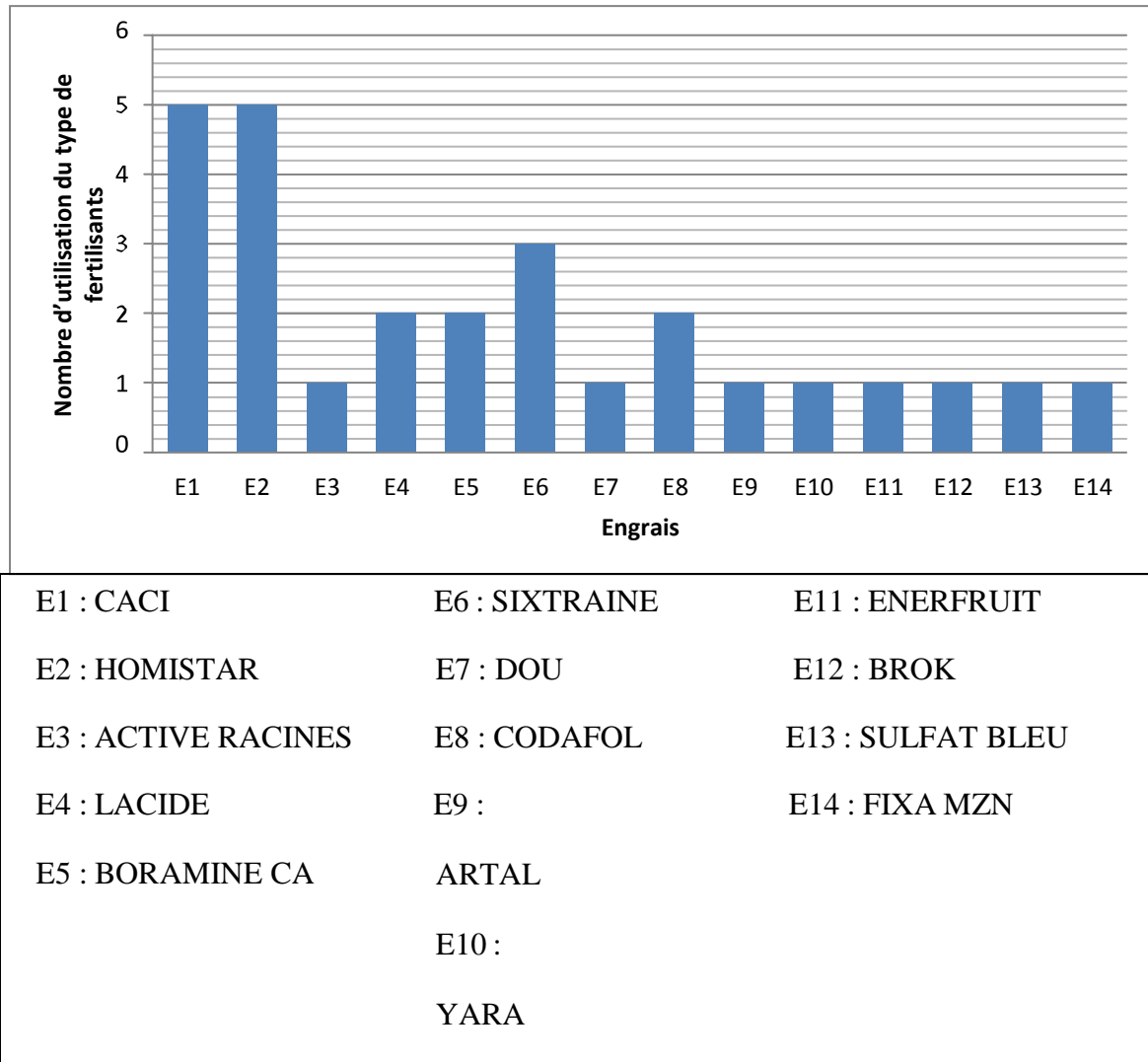


Figure 12 : Fréquence des types de fertilisants utilisés dans les sites de production de fraises dans la wilaya de Tipaza

A partir de données rapportées par la présente enquête, Il s'avère l'utilisation d'une large gamme de fertilisants sur la culture de fraisiers dans les sites de production prospectés de la wilaya de Tipaza.

Nous citons l'utilisation de 14 types d'engrais chimiques. Parmi les quels, CACI (E1) et HOMISTAR (E2) semblent les plus utilisés, par degré moindre SIXTRAINE (E6) suivi de l'utilisation de LACIDE (E4), BORAMINE CA (E5) et CODAFOL (E8). Cependant, les

fertilisants dont, ACTIVE RACINES (E3), DOU (E7), ARTAL (E9), YARA (E10),

ENERFRUIT (E11), BROK (E12), SULFAT BLEU (E13) et FIXA MZn (E14) restent les moins appliqués (Figure 12). Voir (Annexe 02).

3.1.3 Ravageurs et maladies phytopathogènes inféodés aux sites de production defraisiers

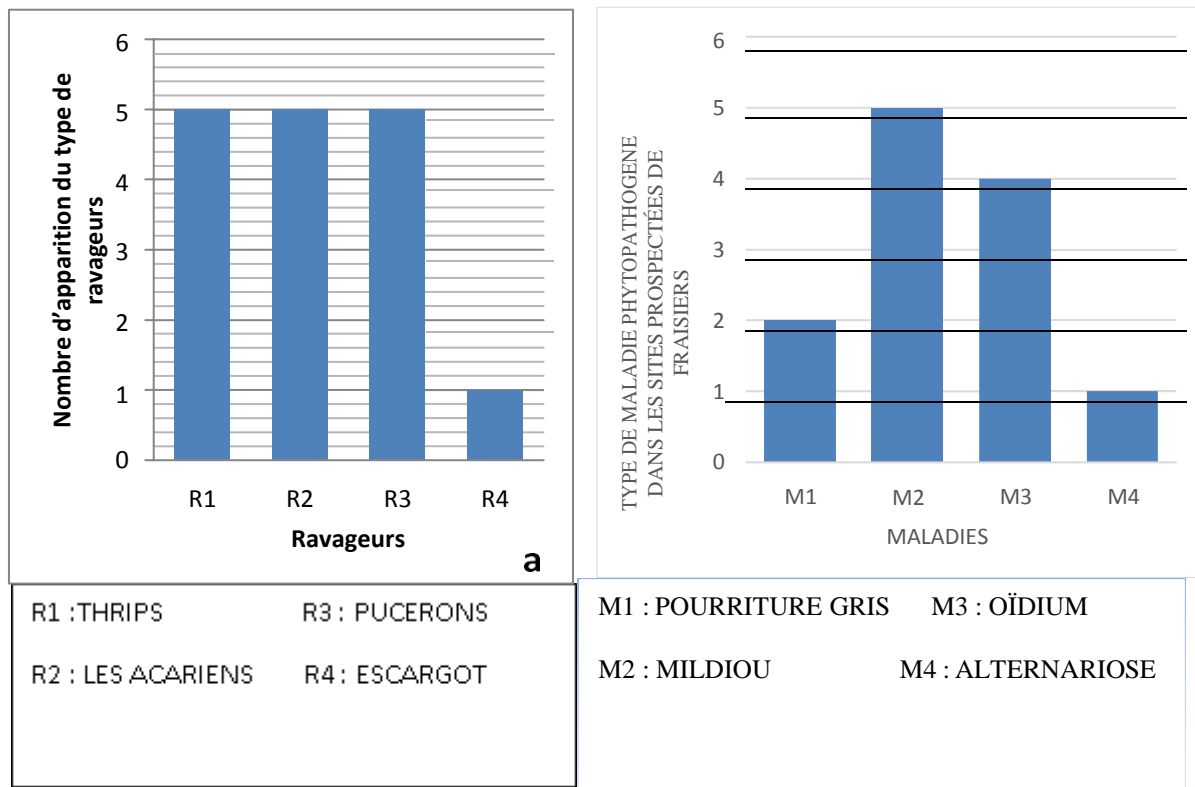


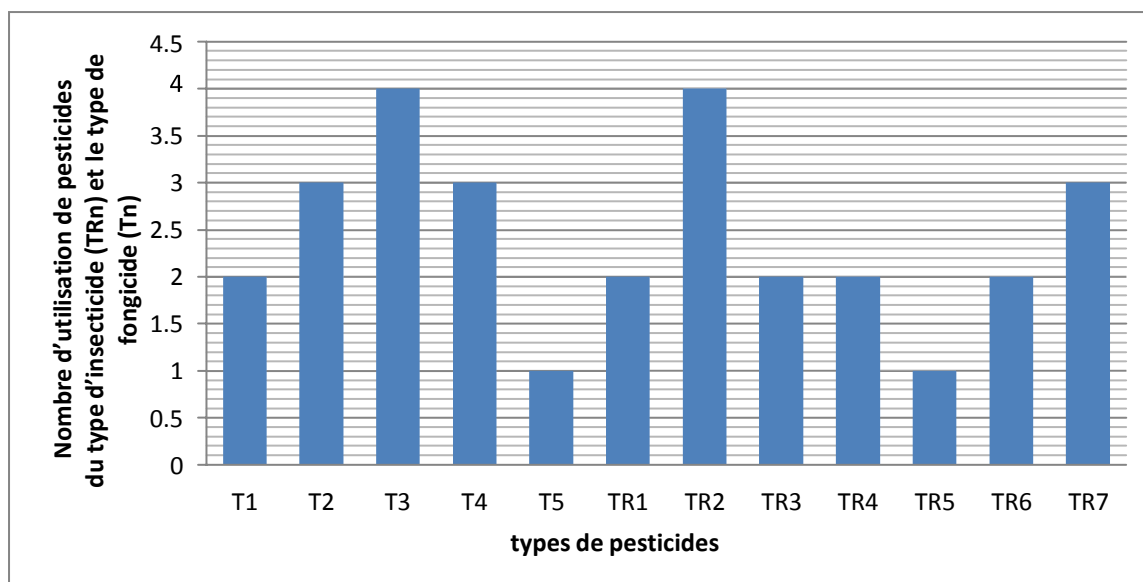
Figure 13 : Fréquence d'apparition des ravageurs (a) et d'agents phytopathogènes ou des maladies (b) dans les sites de production de fraisiers prospectés.

La culture de fraisiers répartie dans les sites de production prospectés dans la wilaya de Tipaza a mis en exergue la présence de ravageurs et de maladies. Nous notons 4 ravageurs inféodés à cette culture parmi lesquels et par ordre de fréquence décroissant nous citons : les thrips (R1), les acariens (R2) puis les pucerons (R3) suivi des mollusques (R4) avec une plus faible abondance.

Par ailleurs, quatre types de maladies ont été également détectés dans les sites de production de fraisiers prospectés. Leur classement a été établi selon leur abondance dans l'ordre décroissant suivant : le mildiou (M2) par degré faible le et l'oïdium (M3) suivies de la pourriture grise (M1) et l'alternariose (M4) (Figure 13). Voir (Annexe 02).

Nos informations concordent avec celle rapportées par ACI (2020) qui ont souligné les principales maladies et les principaux ravageurs inféodés à la culture de fraises se résument aux thrips, mildiou, pourriture grise et, acariens.

3.1.4 Pesticides utilisés dans les sites de production de fraisiers prospectés



T1 : PELTHIO 70 WP	T5 : ALIAL	TR1 : VYDATE L	TR5 : LANNATE
T2 : FOLIETTE		TR2 : EMACIDE	TR6 : ANT
T3 : SCORE		TR3 : ROMECTIN	TR7 : VERTIMEC
T4 : PRIORIPTI		TR4 : DELTACAL 25 EC	
TR7 :			

Figure 14 : Fréquence d’utilisation des types de pesticides face aux maladies (Tn) et aux ravageurs (TRn) dans les sites de production de fraisiers prospectés

Les enquêtes auprès des agriculteurs et des revendeurs ont permis de donner un aperçu sur les pesticides en Algérie, dont l’utilisation est faible comparant aux pays développés. Les pesticides les plus utilisés en Algérie sont les fongicides et les insecticides contrairement aux pays développés où les herbicides occupent la première place. Malgré cette faible utilisation, il a été relevé en matière de santé, un taux relativement élevé de cas d’allergie parmi les utilisateurs de pesticides et qui peut s’expliquer en grande partie par le non-respect des mesures de protection et des recommandations d’utilisation des pesticides (Djellouli, 2013).

Les données relevées de l’enquête ont rapporté une large gamme d’utilisation de pesticides à titre préventif sur la culture de fraisiers dans les sites prospectés de la wilaya de Tipaza. Nous

comptons cinq fongicides et sept insecticides (Figure 5). Il est important de signaler la fréquence d'utilisation de SCORE (T3) et FOLIETTE (T2) comme fongicide et insecticide potentiellement utilisés et, par degré moindre l'utilisation de PRIOPTI (T4) comme fongicides et VERTIMEC (TR7) comme insecticide.

Une faible fréquence d'utilisation a été enregistrée pour le fongicide PELTHIO 70 WP (T1) et les insecticides VYDATE L (TR1), ROMECTIN (TR3), DELTACAL 25 EC (TR4) et ANT (TR6). Cependant, la plus faible fréquence d'utilisation a été révélée pour le fongicide ALIAL (T5) et l'insecticide LANNATE (TR5) (Figure 14) Voir (Annexe 02)..

3.1.5 Production moyenne par plant de fraisier selon les variétés cultivées et selon les sites de production prospectés

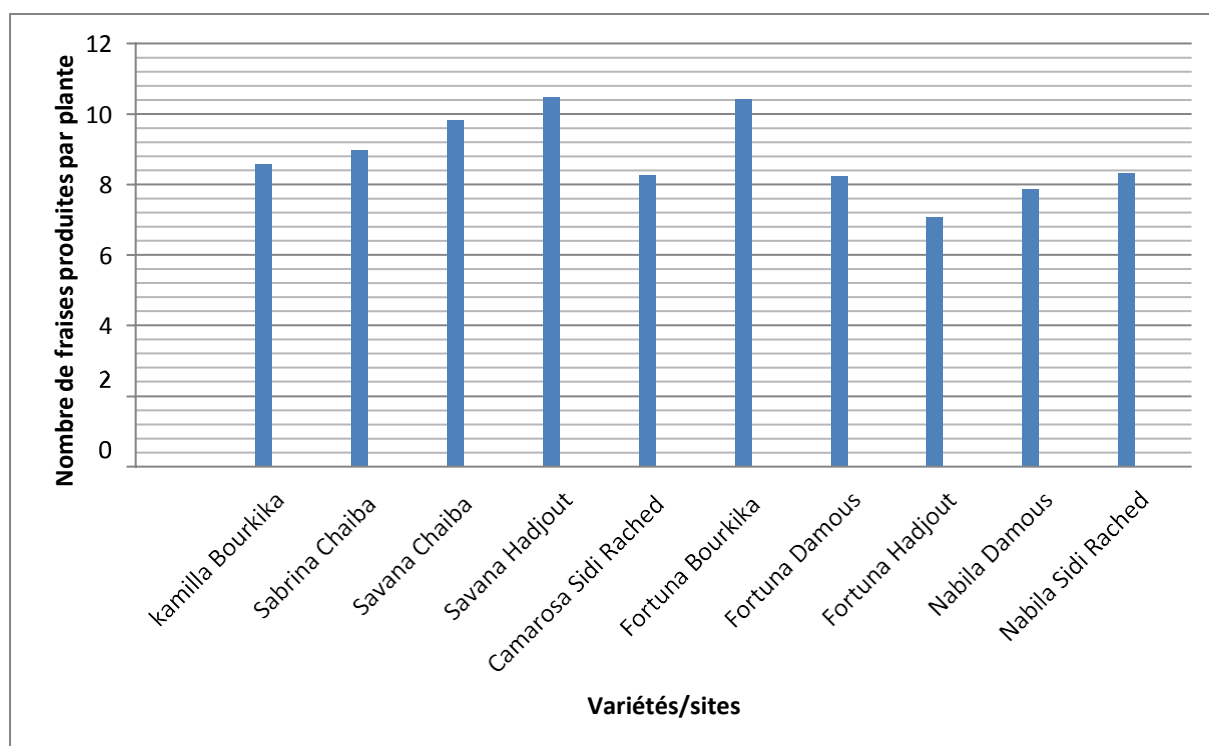


Figure 15 : Production de fraises par plant selon les variétés cultivées et selon les sites de production prospectés

Les données rapportées sur la production en nombre de fraises par plante a montré une variabilité selon les variétés cultivées mais aussi selon les sites de production prospectés (Figure 15)

Une importante production a été enregistrée sur les variétés Fortuna (10,48) et Savana (10,46) cultivées respectivement dans les sites localisés à Bourkika et à Hajout. La production a été également intéressante pour les variétés Kamilla à Bourkika (8,57), Camarosa à Sidi Rached

(8,28), Fortuna à Damous (8,23) et Nabila à Sidi Rached (8,32). Cependant, la densité de production de fraises semble plus faible pour la variété Fortuna à Hadjout (7,07) (**Figure 6**).

Dans ce sens, la variabilité de production de fraises ne peut être associée au facteur variétal seul mais surtout aux sites de production qui restent liés aux facteurs édaphiques, la position géographique et la conduite culturale adoptée par les agriculteurs telles que, la fertilisation et les pesticides utilisés à titre préventif.

3.2 Analyses organoleptiques des fruits :

3.2.1 Calibre des fruits

Le calibre des fraises a montré une variabilité très hautement significative selon l'ensemble des variétés cultivées et au niveau des sites de productions prospectés ($P=0,000$; $F=8,06$) (**Tableau 8**).

Pour l'ensemble des variétés étudiées et sur les sites de productions de récolte de fraises, le calibre était compris entre 3,4 cm et 6 cm (**Figure 16**).

Le test de Tukey a permis de classer les variétés de fraises cultivées selon leurs calibres au niveau des sites de production et de récolte prospectés en six groupes homogènes suivants (**Tableau 9**) :

- **Groupe 1** : comprend les variétés Nabila de la région de Damous et celle de Kamilla de Bourkika dont le calibre des fraises est compris entre 5,9 et 6,05 cm.
- **Groupe 2** : comprend les variétés Fortuna des régions de Damous et celle de Bourkika ainsi que celles de Savana de Chaïba dont le calibre des fraises est compris entre 5,4 et 5,8cm.
- **Groupe 3** : comprend la variété Fortuna de la région de Hajout dont, le calibre des fraises est de 5,01cm.
- **Groupe 4** : comprend les deux variétés : Sabrina de la région de Chaïba et Nabila de la région de Sidi Rached dont le calibre des fraises est compris entre 4,47 et 4,60cm.
- **Groupe 5** : comprend la variété Camarosa de la région de Sidi Rached dont le calibre des fraises est de 3,93 cm.
- **Groupe 6** : comprend la variété Savana de la région de Hajout dont le calibre des fraises est de 3,41cm.

Toutes les fraises cultivées dans les zones de production prospectées répondent donc aux normes européennes du moment que, les normes de commercialisation applicables aux fraises

ont affirmé l'acceptation des fruits à un calibre minimal de 2,5cm (**Journal officiel de l'Union européenne, 2011**).

Par ailleurs, le calibre des fraises cultivées dans la wilaya de Tipaza varie selon les variétés mais plus précisément selon les régions. Cette variabilité peut être expliquée par la nature du sol et sa fertilisation. Ces résultats sont importants pour le choix d'utilisation des variétés selon les localités géographiques cultivées.

Pour le critère meilleur calibre, nous pouvons recommander et retenir les variétés Fortuna, Kamilla et Nabila dans les régions de Hajout, Bourkika et Damous.

Tableau 8 : Analyse de variance des calibres de fraises selon les variétés cultivées dans les différents sites de récolte.

Source	ddl	Somme descarrés	Somme moyens	F-Valeur	P-Valeur
variété	9	73,73	8,192	08,06	0,000
Error	90	91,49	1,017		
Total	99	166,22			

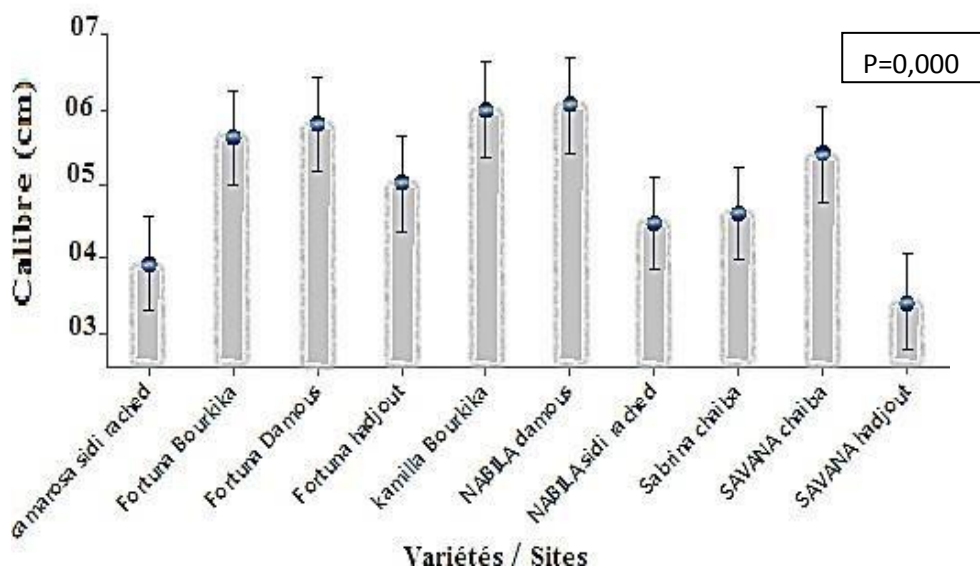


Figure 16 : Analyse de la variance des calibres des fruits par le test GLM selon les variétés cultivées dans les différents sites prospectés.

Tableau 9 : Classement des variétés cultivées de fraisiers de chaque site de récolte par le test de Tukey, selon e calibre des fruits. Voir (**Annexe 04**).

Variétés	N	Calibre Moyendes fruits (cm)	Groupes homogènes
Nabila damous	1 0	6,05 0	A
Kamilla Bourkika	1 0	5,99 0	A
Fortuna damous	1 0	5,80 0	AB
Fortuna bourkika	1 0	5,62 0	AB
Savana chaiba	1 0	5,40 0	AB
Fortuna hadjout	1 0	5,01 0	ABC
Sabrina chaiba	1 0	4,60 0	BCD
Nabila sidi rached	1 0	4,47 0	BCD
Camarosa sidi rached	1 0	3,93 0	CD
Savana hadjout	1 0	3,41 0	D

3.2.2 Le poids des fruits

Le poids moyen de fraises a également montré une variabilité très hautement significative selon l'ensemble des variétés cultivées et au niveau des sites de productions prospectés (P=0,000; F=9,72) (**Tableau 10**).

Le poids moyen du fruit de l'ensemble des variétés cultivées au niveau des sites de production et de récolte des fraises, est compris entre 11,74g et 36 g (**Figure 17**)

Le test de Tukey a permis de classer les variétés de fraises cultivées niveau des sites de production et de récolte prospectés selon leurs poids en six groupes homogènes suivants (**Tableau 11**) :

-Groupe 1 : comprend la variété Fortuna de la région de Hajout dont le poids des fraises est de 36,02 g.

-Groupe 2 : comprend les variétés Fortuna de la région de Bourkika, Nabila des régions de Damous et de Sidi Rached ainsi que Kamilla de la région de Bourkika dont le poids des fraises est compris entre 29,87 et 30,70g.

-Groupe 3 : comprend la variété Fortuna de la région de Damous dont, le poids des fraises est de 25,92g.

-Groupe 4 : comprend la variété Savana de la région de Chaïba dont le poids des fraises est de 20,81g.

-Groupe 5 : comprend les variétés Sabrina de la région de Chaïba et Camarosa de la région de Sidi Rached dont le poids des fraises est compris entre 16,91 et 18,15g.

-Groupe 6 : comprend la variété Savana de la région de Hajout dont le poids des fraises est de 11,74g.

Le poids de fraises enregistré par les fruits de certaines zones de production prospectées se rapproche de celui de CRENO (crenoexpert.fr), dont le poids moyen des fraises cité dans ces résultats est compris entre 11 et 25g ainsi que celui obtenu par Eddalia et Faïdia (2018), dont le poids de fruit varie entre 10 et 17g.

Nous relevons également une variabilité selon les variétés et parfois selon les régions. Ainsi, les variétés Kamilla, Nabila et Fortuna s'avèrent produire de bon fruits en qualité de poids notamment dans les régions de Damous, Bourkika et Hadjout. Ceci est en relation avec la conduite de la culture dans ces régions

Tableau 10 : Analyse de la variance du poids des fruits par le test ANOVA selon les variétés cultivées dans les différents sites prospectés.

Source	Ddl	Somme descarrés	Somme moyennes	F-Valeur	P-Valeur
variété	9	5325	591,67	9,72	0,000
Error	90	5478	60,87		
Total	99	10803			

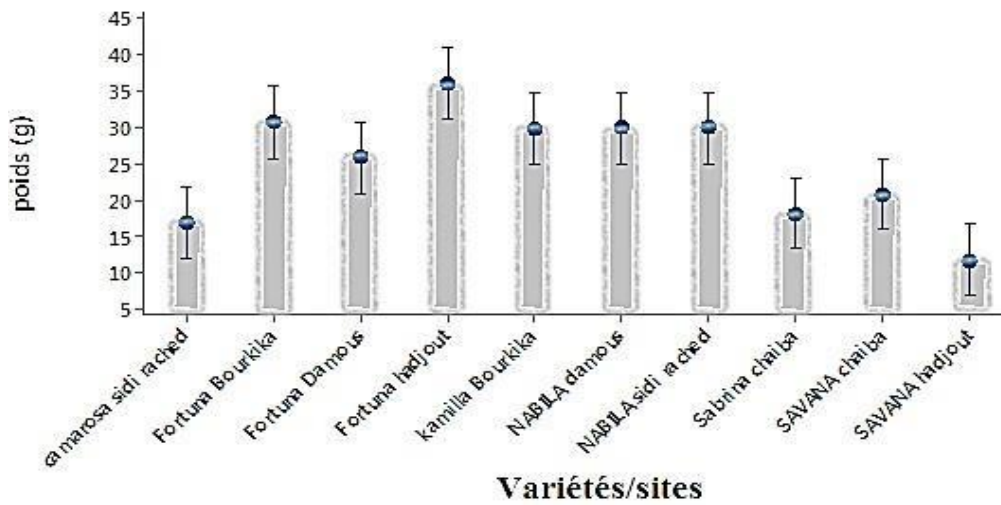


Figure 17 : Analyse de la variance en modèle GLM des poids des échantillons de fraises selon les variétés et selon les sites de récolte.

Tableau 11 : Classement des variétés cultivées de fraisiers de chaque site de récolte par le test de Tukey, selon le poids moyen des fruits. Voir (Annexe 05).

Variétés	N	Poids Moy end'un fruit (g)	Groupes homogènes
Fortuna hadjout	10	36,02	A
Fortuna Bourkika	10	30,70	AB
Nabila Damous	10	29,94	AB
Nabila sidi rached	10	29,88	AB
Kamilla bourkika	10	29,87	AB
Fortuna damous	10	25,92	ABC
Savana chaiba	10	20,81	BCD
Sabrina chaiba	10	18,15	CD
Camarosa sidi	10	16,91	CD

rached			
Savana hadjout	10	11,74	D

3.3 Analyse biochimique

3.3.1 Teneurs en eau des fruits

La teneur moyenne en eau des fraises a montré une variabilité très hautement significative selon l'ensemble des variétés cultivées et au niveau des sites de productions prospectés ($P=0,000$, $F=53,60$) (**Tableau 12**)

La teneur moyenne en eau des fruits de l'ensemble des variétés cultivées au niveau des sites de production et de récolte des fraises, était comprise entre 84,83% et 92,83% (**Figure 18**).

Le test de Tukey a permis de classer les variétés de fraises cultivées au niveau des sites de production et de récolte prospectés selon leurs teneurs en eau en sept groupes homogènes suivants (**Tableau 13**) :

-Groupe 1 : comprend la variété Nabila de la région de Sidi Rached dont la teneur en eau des fraises est de 92,83%.

-Groupe 2 : comprend la variété Camarosa de la région de Sidi Rached dont la teneur en eau de la fraise est de 91,83%.

-Groupe 3 : comprend les variétés : Fortuna des régions de Hajout et de Damous, la variété Savana de la région de Hajout et celle de Sabrina de la région de Chaïba dont, les teneurs en eau sont comprises entre 89,83 et 90,83%.

-Groupe 4 : comprend la variété Savana de la région de Chaïba dont la teneur en eau des fraises est de 88,83%.

-Groupe 5 : comprend la variété Nabila de la région de Damous dont la teneur en eau des fraises est de 86,83%.

-Groupe 6 : comprend la variété Fortuna de la région de Bourkika dont la teneur eau des fraises est de 85,83%.

-Groupe 7 : comprend la variété Kamilla de la région de Bourkika dont la teneur en eau des fraises est de 84,83%.

Les valeurs de teneur en eau enregistrées par les fraises cultivées dans les régions prospectées et classées dans les groupes homogènes 2 et 3 se rapprochent de celle des fruits (90,95%) obtenue par **Giampieri et al., (2012)**.

Pour les groupes 1, 4, 5 et 6, les valeurs variables des teneurs en eau peuvent être associées aux régions, en particulier les types de sol, la pluviométrie mais aussi la conduite de la culture.

Tableau 12 : Analyse de la variance des teneurs en eau des fruits par le test ANOVA selon les variétés cultivées dans chaque site de récolte

Source	Ddl	Somme des carrés	Somme Moyennes	F-Valeur	P-Valeur
variété	9	160,800	17,8667	53,60	0,000
Error	20	6,667	0,3333		
Total	29	167,467			

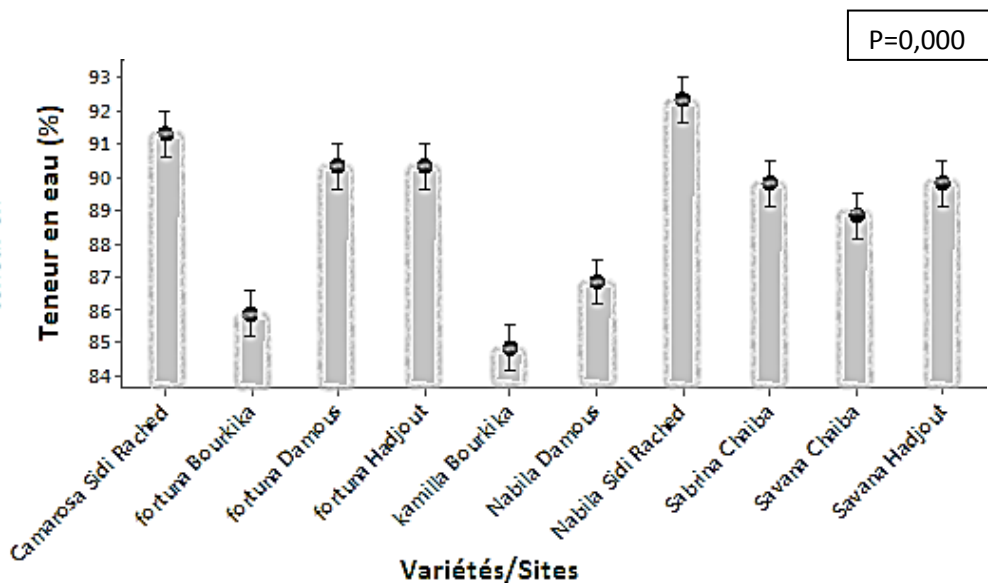


Figure 18 : Analyse de la variance en modèle GLM de la teneur en eau des échantillons de fraises selon les variétés cultivées et selon les sites de récolte.

Tableau 13 : Classement des variétés de fraisières cultivées dans chaque site par le test de Tukey, selon les teneurs en eau des fruits.

Variétés	N	Teneur Moyenne en Eau par fruit (%)	Groupes homogènes
Nabila sidi rached	3	92,83	A
Camarosa sidirache	3	91,83	AB
Fortuna hadjout	3	90,83	BC
Fortuna damous	3	90,83	BC
Savana hadjout	3	89,83	BC
Sabrina chaiba	3	89,83	BC
Savana chaiba	3	88,83	C
Nabila damous	3	86,83	D
Fortuna bourkika	3	85,83	DE
Kamilla bourkika	3	84,83	E

3.3.2 Teneurs en Matière sèche des fruits

Une variabilité très hautement significative a également été enregistrée sur les teneurs en matières sèches des fraises selon l'ensemble des variétés cultivées et au niveau des sites de productions prospectés (P=0,000, F=62,38) (**Tableau 14**).

Les taux de matière sèche relevés sur les fruits de l'ensemble des variétés cultivées au niveau des sites de production et de récolte des fraises, étaient compris entre 8,80 et 15,80% (**Figure 19**).

Le test de Tukey a permis de classer les variétés de fraises cultivées niveau des sites de production et de récolte prospectés selon leurs teneurs en matière sèche en huit groupes homogènes suivants (**Tableau 15**) :

- **Groupe 1** : comprend la variété Kamilla de la région de Bourkika dont la teneur en matière sèche des fraises est de 15,80%.
- **Groupe 2** : comprend la variété Fortuna de la région de Bourkika dont la teneur en matière sèche des fraises est de 14,80%.
- **Groupe 3** : comprend la variété Nabila de la région de Damous dont, la teneur en matière sèche des fraises est de 13,80%.

Chapitre 3

Résultats et discussion

- **Groupe 4** : comprend la variété Savana de la région de Chaïba dont la teneur en matière sèche des fraises est de 11,80%.

- **Groupe 5** : comprend la variété Savana de la région de Hajout et la variété Sabrina de la région de Chaïba dont la teneur en matière sèche des fraises est de 10,80%.
- **Groupe 6** : comprend la variété Fortuna des régions de Hajout et celle de la région de Damous dont la teneur en matière sèche des fraises est de 10,30%.
- **Groupe 7** : comprend la variété Camarosa de la région de Sidi Rached dont la teneur en matière sèche des fraises est de 9,30%.
- **Groupe 8** : comprend la variété Nabila de la région de Sidi Rached dont la teneur en matière sèche des fraises est de 8,80%.

Les teneurs en matière sèche des fraises récoltées des sites prospectés ont été tous supérieures aux normes minimales, qui révèlent des teneurs en matières sèches solubles supérieures ou égales à 7% pour la fraise (**CODEX STAN 247-2005**).

La variabilité des teneurs en matière sèche enregistrée peut être associée à la diversité des variétés cultivées et aux conditions pédo-climatiques ainsi que, la conduite de culture dans les zones de productions prospectés.

Tableau 14 : Analyse de la variance des teneurs en matière sèche des fruits par le test ANOVA selon les variétés cultivées dans les différents sites de récolte.

Source	Ddl	Somme descarrés	Somme moyens	F-Valeur	P-Valeur
Variété	9	151,575	16,8417	62,38	0,000
Error	20	5,400	0,2700		
Total	29	156,975			

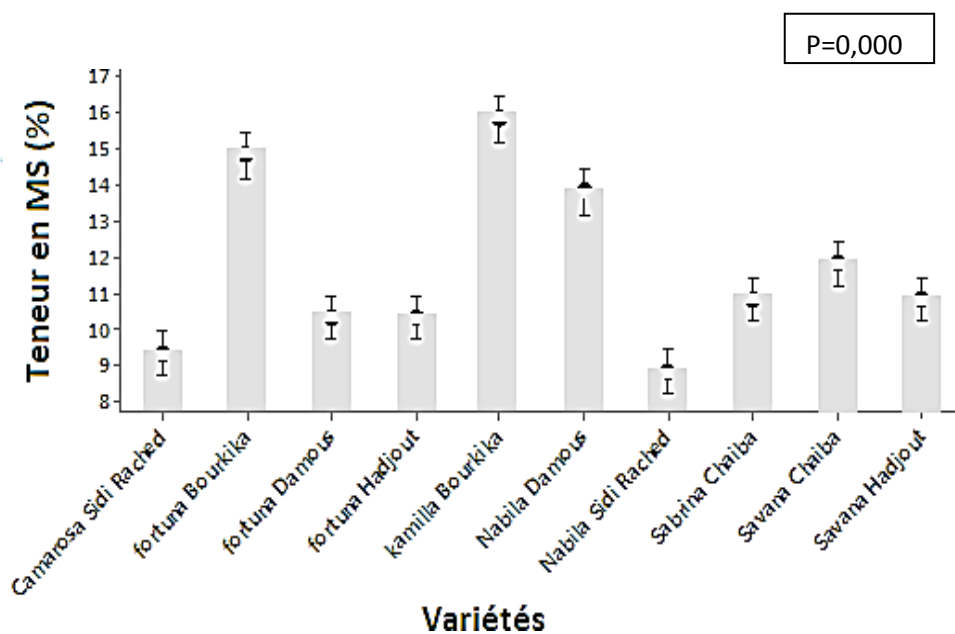


Figure 19 : Analyse de la variance en modèle GLM des teneurs en matière sèche des fruits selon les variétés cultivées dans les différents sites.

Tableau 15 : Classement des variétés cultivées de fraisières dans chaque site par le test de Tukey, selon les teneurs en matière sèche des fruits.

Variétés	N	Teneur Moyenne en matière sèche par fruit (%)	Groupes homogènes
Kamilla Bourkika	3	15,80	A
Fortuna Bourkika	3	14,80	AB
Nabila Damous	3	13,80	B
Savana chaiba	3	11,80	C
Savana Hadjout	3	10,80	CD
Sabrina chaiba	3	10,80	CD
Fortuna hadjout	3	10,30	CDE
Fortuna damous	3	10,30	CDE
Camarosa sidi rached	3	9,30	D
Nabila sidi rached	3	8,80	E

3.3.3 Taux de cendres ou de matière minérale des fruits

Les taux de cendres des différents échantillons de variétés de fraises récoltés des différents sites de production prospectés ont été très variables ($P=0,000$; $F=822,50$) (**Tableau 16**).

Les taux de cendres enregistrés sur les échantillons de variétés de fraises étaient compris entre 0,20 et 0,50% (**Figure 20**).

Le test de Tukey a permis de classer les variétés de fraises cultivées au niveau des sites de productions et de récolte prospectés selon leurs taux de cendres en cinq groupes homogènes suivants (**Tableau 17**) :

- **Groupe 1** : comprend les variétés : Savana de la région de Hadjout et celle de Kamilla de la région de Bourkika dont les taux de cendres des fraises sont de 0,50%.
- **Groupe 2** : comprend la variété Nabila de la région de Damous et Fortuna de la région de Bourkika dont les taux de cendres des fraises sont de 0,40%.

- **Groupe 3** : comprend la variété Camarosa de la région de Sidi Rached dont, le taux de cendres des fraises est de 0,35%.
- **Groupe 4** : comprend Les variétés : Savana de la région de Chaïba, Nabila de la région de Sidi Rached et Fortuna des régions de Hadjout et de Damous dont les taux de cendres des fraises sont de 0,30%.
- **Groupe 5** : comprend la variété Sabrina de la région de Chaïba dont le taux de cendres des fraises est de 0,20%.

La variabilité de la composition minérale enregistrée par les fruits collectés des différents sites de production prospectés peut se rapprocher des valeurs enregistrées par Kessour et *al.* (2018) (0.21 %) et Faid et *al.* (2017) (0.27 % \pm 0.01). Cependant, les valeurs supérieures recensées peuvent être traduites par le facteur variétal et les localités géographiques associés aux conditions édaphiques et la conduite de la culture au niveau de chaque site de production de fraises prospecté.

Tableau 16 : Analyse de la variance des teneurs en cendres des fruits par le test ANOVA selon les variétés cultivées dans les différents sites.

Source	ddl	Somme descarrés	Somme Moyennes	F-Valeur	P-Valeur
Variété	9	0,246750	0,027417	822,50	0,000
Error	20	0,000667	0,000033		
Total	29	0,247417			

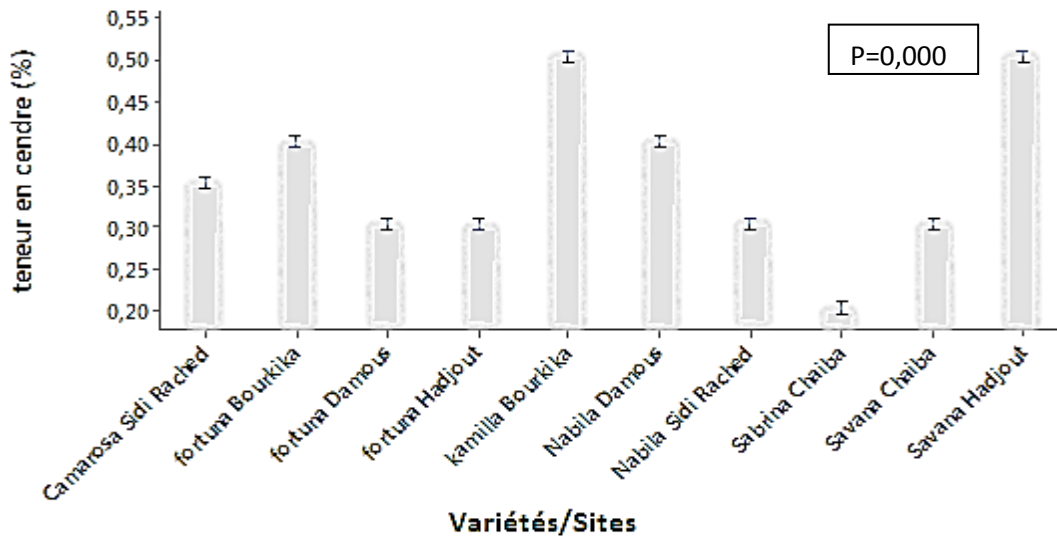


Figure 20 : Analyse de la variance en modèle GLM des teneurs en cendres des échantillons de fraises selon les variétés et selon les sites de récolte.

Tableau 17 : Classement des variétés cultivées de fraisiers dans chaque site par le test de Tukey, selon les taux de cendres ou de matière minérale des fruits.

Variétés	N	Teneur Moyenne en cendres arfruit (%) ^P	Groupes homogènes
Savana hadjout	3	0,50	A
Kamilla bourkika	3	0,50	A
Nabila Damous	3	0,40	B
Fortuna bourkika	3	0,40	B
Camarosa sidi rached	3	0,35	C
Savanna chaiba	3	0,30	D
Nabila sidi rached	3	0,30	D
Fortuna hadjout	3	0,30	D
Fortuna damous	3	0,30	D
Sabrina chaiba	3	0,20	E

3.3.4 Teneurs en matière organique des fruits

Les teneurs en matière organique des différents échantillons de variétés de fraises récoltés des différents sites de production prospectés ont été également très variables ($P=0,000$; $F=80,18$) (**Tableau 18**).

Les teneurs en matière organique enregistrés sur les échantillons de variétés de fraises cultivées dans les sites de récolte prospectés étaient compris entre 10,26 et 15,26% (**Figure 21**).

Le test de Tukey a permis de classer les variétés de fraises cultivées au niveau des sites de productions et de récolte prospectés selon leurs teneurs en matière organiques en cinq groupes homogènes suivants (**Tableau 19**) :

- **Groupe 1** : comprend la variété Kamilla de la région de Bourkika dont la teneur en matière organique des fraises est de 15,26%.
- **Groupe 2** : comprend la variété Fortuna de la région de Bourkika dont la teneur en matière organique des fraises est de 14,36%.
- **Groupe 3** : comprend la variété Nabila de la région de Damous dont la teneur en matière organiques des fraises est de 13,36%.
- **Groupe 4** : comprend la variété Savana de la région de Chaïba dont, la teneur en matière organique des fraises est de 11,46%.
- **Groupe 5** : comprend les variétés : Sabrina de la région de Chaïba et Savana de la région de Hadjout dont, les teneurs en matière organique des fraises sont comprises entre 10,26 et 10,56%.
- **Groupe 6** : comprend la variété Fortuna des régions de Hadjout et de Damous dont, la teneur en matière organique des fraises est de 9,96%.
- **Groupe 7** : comprend la variété Camarosa de la région de Sidi Rached dont la teneur en matière organique des fraises est de 8,91%.
- **Groupe 8** : comprend la variété Nabila de la région de Sidi Rached dont la teneur en matière organique des fraises est de 7,96%.

Dans ce contexte, Giamperi et *al.* (2012) ont établi la composition de la matière organique des fraises à 8,65% dont 7,68% de glucides, 0,67% de protéines et 0,30% de lipides.

Ainsi, les teneurs de la matière organique totale des échantillons de fraises collectés des différents sites de production semblent nettement supérieures à celles rapportées par ces auteurs. Cette variabilité peut être traduite par la diversité des variétés ainsi que, la conduite de la culture au niveau de chaque site particulièrement les traitements chimiques appliqués sur la culture.

Tableau 18 : Analyse de la variance des teneurs en matière organique des fruits par le test ANOVA selon les variétés cultivées dans les différents sites.

Source	Ddl	Somme descarrés	Somme Moyens	F-Valeur	P-Valeur
variété	9	153,937	17,1041	80,18	0,000
Error	20	4,267	0,2133		
Total	29	158,203			

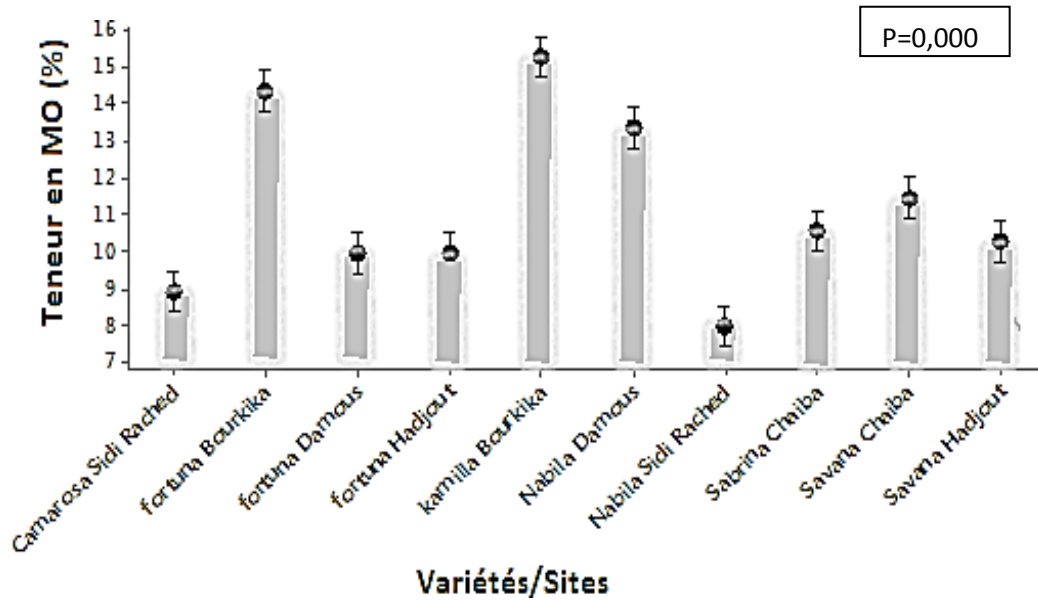


Figure 21 : Analyse de la variance en modèle tukey de la matière organique des échantillons de fruits de fraise selon les variétés et selon les sites.

Tableau 19 : Classement des variétés de fraisières cultivées dans chaque site par le test de Tukey, selon les teneurs en matière organique des fruits.

Variétés	N	Teneurs Moyennes en matière organique (%)	Groupes homogènes
Kamilla bourkika	3	15,26	A
Fortuna bourkika	3	14,36	A B
Nabila Damous	3	13,36	B
Savana chaiba	3	11,46	C
Sabrina chaiba	3	10,56	C D
Savana hadjout	3	10,26	C D
Fortuna hadjout	3	9,96	D E
Fortuna damous	3	9,96	D E
Camarosa sidirached	3	8,91	E
Nabila sidi rached	3	7,96	F

3.3.5 Le pH des fruits

Les valeurs de pH des jus des variétés de fraises récoltées des différents sites de production et de récolte prospectés semblent également très variables ($P=0,000$; $F=6,31$) (**Tableau 20**).

Les valeurs de pH des jus des variétés de fraises récoltées des différents sites de production et de récolte prospectés varient entre 3,5 et 4 (**Figure 22**).

Le test de Tukey a permis de classer les variétés de fraises cultivées au niveau des sites de productions et de récolte prospectés selon leurs pH en trois groupes homogènes suivants (**Tableau 21**) :

- **Groupe 1** : comprend les variétés : Savana de la région de Chaïba, Sabrina de la région de Chaïba, Kamilla de la région de Bourkika, Fortuna de la région de Damous et, Camarosa de la région de Sidi Rached dont les valeurs de pH sont comprises entre 3,9 et 4.
- **Groupe 2** : comprend les variétés : Fortuna de la région de Bourkika et celle de Hadjout, Nabila de la région de Sidi Rached et Savana de la région de Hadjout les valeurs de pH sont

- **Groupe 3** : comprend la variété Nabila de la région de Damous dont le pH des fraises est de 3,5.

Les valeurs de pH enregistrées sur les fraises collectées des sites prospectés sont conformes à celle trouvée (3.46) par Potel et Carlen (2005). La variabilité enregistrée sur quelques échantillons de fraises collectés de certains sites peut être traduite par le facteur variétal et le type de sol de la région de culture.

Tableau 20 : Analyse de la variance des pH des jus de fruits par le test ANOVA selon les variétés cultivées dans les différents sites.

Source	ddl	Somme descarrés	Somme Moyens	F-Valeur	P-Valeur
variété	9	0,7000	0,07778	6,31	0,000
Error	20	0,2467	0,01233		
Total	29	0,9467			

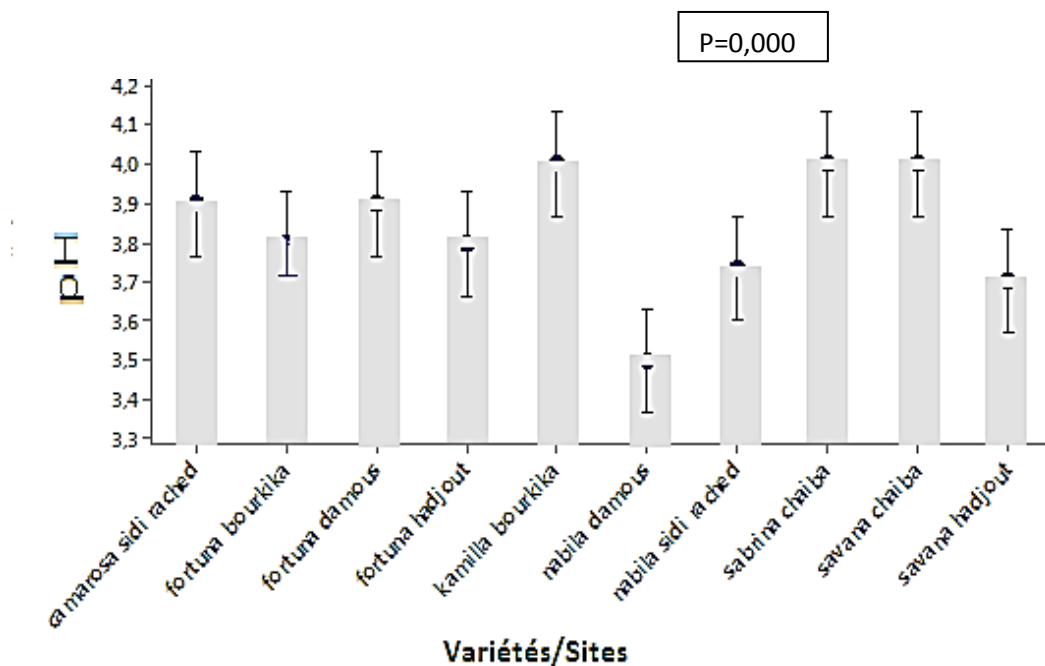


Figure 22 : Analyse de la variance en modèle GLM des pH des échantillons de fraises selon les variétés et selon les sites.

Tableau 21 : Classement des variétés de fraisières cultivées dans chaque site par le test de Tukey, selon le pH des fruits. Voir (Annexe 06).

Variétés	N	pH des fruits	Groupes homogènes
Savana chaiba	3	4	A
Sabrina chaiba	3	4	A
Kamilla bourkika	3	4	A
Fortuna damous	3	3,9	A
Camarosa sidi rached	3	3,9	A
Fortuna hadjout	3	3,8	AB
Fortuna bourkika	3	3,8	AB
Nabila sidi rached	3	3,7	AB
Savanna hadjout	3	3,7	AB
Nabila damous	3	3,5	B

3.3.6 Teneurs en sucres totaux des fruits

Les teneurs en sucres totaux des différents échantillons de variétés de fraises récoltés des différents sites de production et de récolte prospectés ont été également très hautement variables ($P=0,000$; $F=9,96$) (**Tableau 22**)

Les teneurs en sucres enregistrés sur les échantillons de variétés de fraises récoltés étaient compris entre 21,58 et 82,29mg/ml de jus de fraises (**Figure 23**).

Le test de Tukey a permis de classer les variétés de fraises cultivées au niveau des sites de productions et de récolte prospectés selon leurs teneurs en sucres totaux en six groupes homogènes suivants (**Tableau 23**) :

- **Groupe 1** : comprend les variétés de Savana de la région de Hadjout et Sabrina de la région de Chaïba dont, les teneurs en sucres totaux des fraises sont comprises entre 81,29 et 82,29 mg/ml.
- **Groupe 2** : comprend la variété Savana de la région de Chaïba dont la teneur en sucres totaux des fraises est de 70,75mg/ml.
- **Groupe 3** : comprend les variétés : Nabila de la région de Sidi Rached et Fortuna de la région de Damous dont, les teneurs en sucres totaux des fraises sont comprises entre 57,71 et 60,83 et mg/ml.

- **Groupe 4** : comprend les variétés : Fortuna de la région de Bourkika, Kamilla de la région de Bourkika et Nabila de la région de Damous dont, les teneurs en sucres totaux des fraises sont comprises entre 40,21 et 44,42mg/ml.
- **Groupe 5** : comprend la variété Camarosa de la région de Sidi Rached dont, la teneur en en sucres totaux des fraises est de 30,62mg/ml.
- **Groupe 6** : comprend la variété Fortuna des régions de Hadjout et de Damous dont, la teneur en sucres totaux des fraises est de 28,58 mg/ml.

Les sucres totaux regroupent l'ensemble des polysaccharides, les oligosaccharides et les monosaccharides. Leur concentration dans les fruits et leurs dérivés est d'un grand intérêt, en raison de leur influence sur les propriétés organoleptiques. Elle conditionne la stabilité et la conservabilité des dérivés de fruits (**Pavlova et al., 2013**).

Les sucres dans les fraises sont principalement des mono- disaccharides dont, le glucose, le fructose et le saccharose. Leur proportion relative est importante pour gouverner la perception de la douceur (**Crespo et al., 2010**).

Les travaux de Djouder et al. (2017) et de Rabemananjara et al. (2003) ont montré des teneurs respectives de 61,90g/l et 67.43 g/l. Ces dernières concordent avec certaines teneurs moyennes de nos échantillons de fraises. Cependant les teneurs supérieures ou inférieures à ces valeurs s'expliquent par la variabilité des variétés cultivées ainsi que, la conduite de la culture selon le site de production.

Tableau 22 : Analyse de la variance des teneurs en sucres des fruits par le test ANOVA selon les variétés cultivées dans les sites de récolte.

Source	ddl	Somme descarrés	Somme Moyens	F-Valeur	P-Valeur
variété	9	15530	1725,6	9,96	0,000
Error	30	5199	173,3		
Total	39	20729			

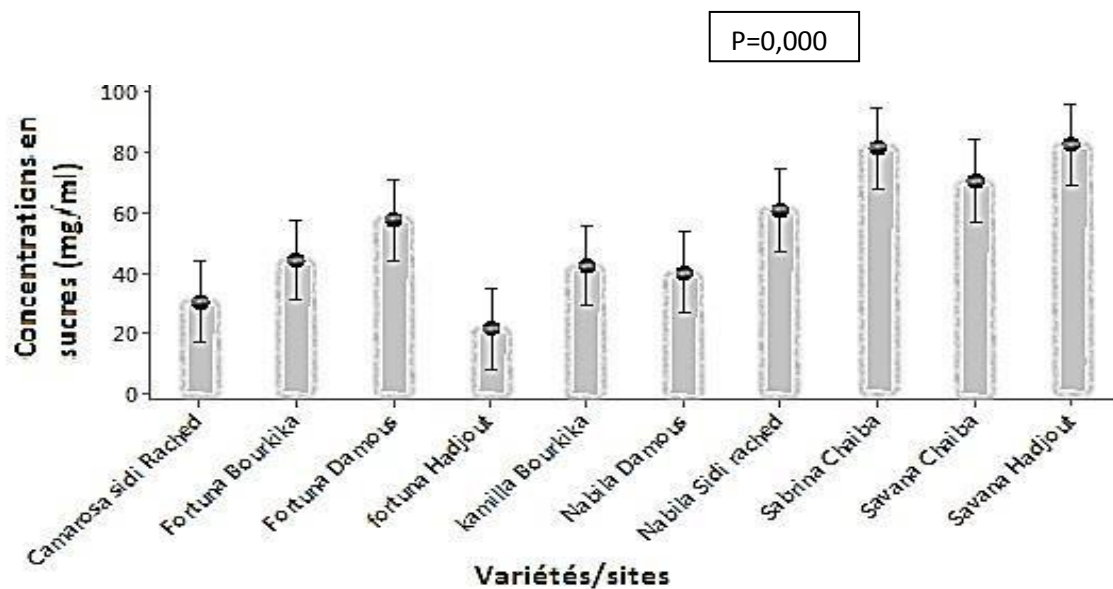


Figure 23 : Analyse de la variance en modèle GLM des teneurs en sucres des échantillons de fruits de fraises selon les variétés et selon les sites.

Tableau 23 : Classement des variétés de fraisières cultivées dans chaque site par le test de Tukey, selon les teneurs en sucres totaux des fruits. Voir (**Annexe 07**).

Variétés	N	Teneurs Moyennes en sucres totaux des fruits(mg/ml)	Groupes homogènes
Savana hadjout	4	82,29	A
Sabrina chaiba	4	81,29	A
Savana chaiba	4	70,5	A B
Nabila sidi rached	4	60,83	ABC
Fortuna damous	4	57,71	ABC
Fortuna bourkika	4	44,42	BCD
Kamilla bourkika	4	42,58	BCD
Nabila damous	4	40,21	BCD
Camarosa sidi rached	4	30,62	CD
Fortuna hadjout	4	21,58	D

3.3.7 Teneurs en vitamine C des fruits

Les teneurs en Vitamine C des différents échantillons de variétés de fraises récoltés des différents sites de production et de récolte prospectés ont été également très hautement variables ($P=0,000$; $F=5,45$) (**Tableau 24**).

Les teneurs en vitamine C enregistrées sur les échantillons de variétés de fraises récoltés étaient compris entre 0,0001 et 0,0028 g/l de jus de fraises (**Figure 24**).

Le test de Tukey a permis de classer les variétés de fraises cultivées au niveau des sites de productions et de récolte prospectés selon leurs teneurs en vitamine C en cinq groupes homogènes suivants (**Tableau 25**) :

- **Groupe 1** : comprend la variété Sabrina de la région de Chaïba dont, la teneur en vitamine C des fraises est de 0,0028g/l.

- **Groupe 2** : comprend les variétés : Nabila de la région de Sidi Rached et Camarosa de la région de Sidi Rached dont les teneurs en vitamine C des fraises sont comprises entre 0,0019 et 0,0020g/ml.
- **Groupe 3** : comprend les variétés : Fortuna de la région de Bourkika, Savana de la région de Hadjout et Kamilla de la région de Bourkika dont, les teneurs en vitamine C des fraises sont comprises entre 0,0014 et 0,0016g/l.
- **Groupe 4** : comprend les variétés : Nabila de la région de Damous, Fortuna de la région de Hadjout et celle de la région de Damous dont, les teneurs en vitamine C des fraises sont comprises entre 0,0008 et 0,0012g/l.
- **Groupe 5** : comprend la variété Savana de la région de Chaïba dont, la teneur en vitamine C des fraises est de 0,0001g/l.

En effet, les teneurs en vitamine C enregistrées chez les échantillons de fraises collectés de différents sites de production demeurent très faibles en comparaison avec les teneurs rapportées par la bibliographie. Les teneurs de 58,8g/100g MF et 0,587g/l ont été respectivement rapportées par Giamperi et *al.* (2012) et Djouder et *al.* (2017).

Les faibles valeurs recensées en vitamine C peut être traduite par l'utilisation massive et non raisonnée des traitements chimiques ou aux mauvaises conditions de conservation des fruits récoltés.

Tableau 24 : Analyse de la variance des teneurs en vitamine C des fruits par le test ANOVA selon les variétés cultivées dans les différents sites.

Source	Ddl	Somme des carrés	Somme Moyennes	F-Valeur	P-Valeur
variété	9	0,000019	0,000002	5,45	0,000
Error	30	0,000012	0,000000		
Total	39	0,000030			

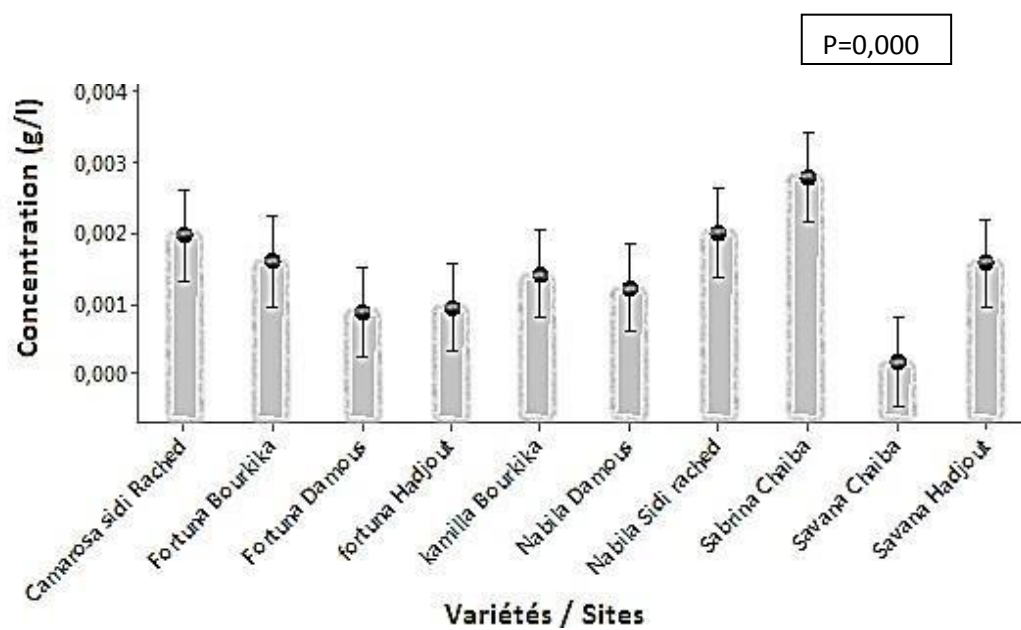


Figure 24 : Analyse de la variance en modèle GLM des teneurs en vitamine C des échantillons de fraises selon les variétés et selon les sites de récolte.

Tableau 25 : Classement des variétés de fraisières cultivées dans chaque site par le test de Tukey, selon les teneurs en vitamine C des fruits. Voir (**Annexe 09**).

Variétés	N	Teneur Moyenne en Vitamine C des fruits (g/l)	Groupes Homogènes
Sabrina chaiba	4	0,0028	A
Nabila sidi rached	4	0,0020	A B
Camarosa sidi rached	4	0,0019	A B
Fortuna bourkika	4	0,0016	ABC
Savana hadjout	4	0,0015	ABC
Kamilla bourkika	4	0,0014	ABC
Nabila damous	4	0,0012	BC
Fortuna hadjout	4	0,0009	BC
Fortuna damous	4	0,0008	BC
Savana chaiba	4	0,0001	C

3.3.8 Teneurs en polyphénols totaux des fruits

Les teneurs en polyphénols totaux des différents échantillons de variétés de fraises récoltés des différents sites de production et de récolte prospectés ont été également très hautement variables ($P=0,000$; $F=44,48$) (**Tableau 26**).

Les teneurs en polyphénols totaux enregistrées sur les échantillons de variétés de fraises récoltés étaient comprises entre 243,44 et 351,44mg eq acide gallique/ml de jus de fraises (**Figure 25**).

Le test de Tukey a permis de classer les variétés de fraises cultivées au niveau des sites de productions et de récolte prospectés selon leurs teneurs en polyphénols totaux en sept groupes homogènes suivants (**Tableau 27**) :

- **Groupe 1** : comprend la variété Nabila des régions de Damous et de Sidi Rached dont, les teneurs en polyphenols sont comprises entre 349,28 et 351,44mg eq AG/ml de jus.

- **Groupe 2** : comprend la variété Fortuna de la région de Damous dont la teneur en polyphénols totaux est de 311,94mg eq AG/ml de jus de fraises.
- **Groupe 3** : comprend la variété Sabrina de la région de Chaïba dont, la teneur en polyphénols totaux des fraises est de 295,41mg eq AG/ml de jus de fraises.
- **Groupe 4** : comprend la variété Fortuna de la région de Bourkika dont, la teneur en polyphénols totaux est de 272,75mg eq AG/ml de jus de fraises.
- **Groupe 5** : comprend la variété Kamilla de la région de Bourkika polyphénols des fraises est de 267,75mg eq AG/ml de jus de fraises.
- **Groupe 6** : comprend les variétés : Savana de la région de Hadjout, Fortuna de la région de Hadjout et, Savana de la région de Chaïba dont, les teneurs en polyphénols totaux sont comprises entre 249,19 et 264,44mg eq AG/ml de jus de fraises.
- **Groupe 7** : comprend la variété Camarosa de la région de Sidi Rached dont, la teneur en polyphénols totaux des fraises est de 243,44mg eq AG/ml de jus de fraises.

La fraise est un bon antioxydant, son pouvoir est lié principalement à leur teneur en polyphénols (futura-sciences.com).

Les teneurs en polyphénols totaux enregistrées chez les fraises collectées des différents sites de production prospectés sont plus importantes que celles enregistrées par Arend et *al.* (2017) et Caron (2019) dont La teneur rapportée est de 6.05 mg/ ml.

Cependant la richesse en polyphénols totaux des fraises produites dans les sites prospectés sont très proches de celle enregistrée par Caron (2019) qui est de l'ordre de 263,8 mg eq acide gallique/ml. La divergence des valeurs plus grandes ou inférieures à cette teneur est due au facteur variétal et aux conditions pédo-climatiques ainsi que, la conduite de la culture au niveau de chaque site. Dans ce sens, Hakkinen and Torronen (2000) ont confirmé que les teneurs en polyphénols des fraises sont fortement dépendants du cultivar, du lieu de culture et de la période de l'année.

Tableau 26 : Analyse de la variance des teneurs en polyphénols totaux des fruits par le test ANOVA selon les variétés cultivées et selon les sites de récolte.

Source	ddl	Somme descarrés	Somme Moyens	F-Valeur	P-Valeur
variété	9	55998	6221,9	44,48	0,000
Error	30	4196	139,9		
Total	39	60194			

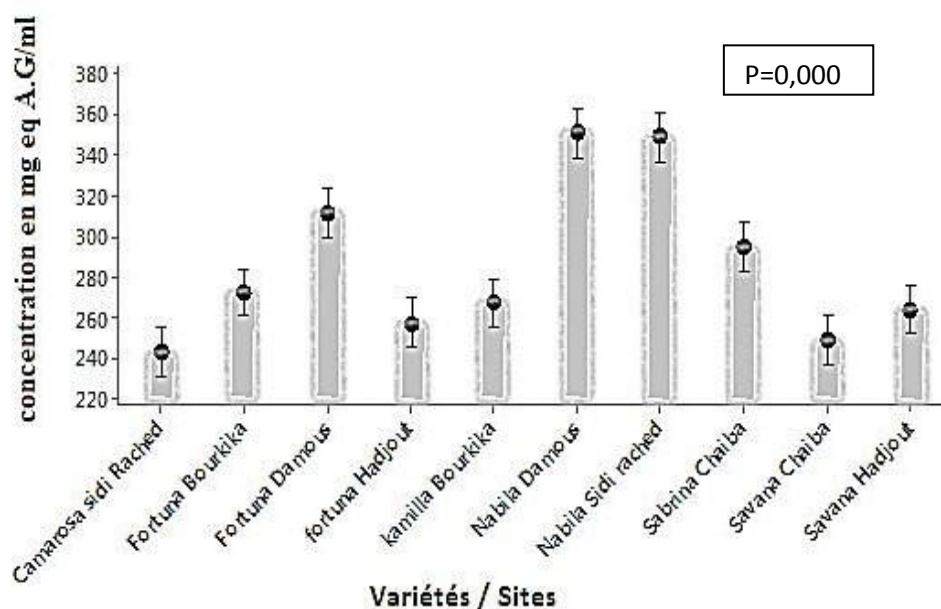


Figure 25 : Analyse de la variance en modèle GLM des teneurs en polyphénols totaux des échantillons de fraises selon les variétés et selon les sites de récolte.

Tableau 27 : Classement des variétés de fraisières cultivées dans chaque site par le test de Tukey, selon les teneurs en polyphénols totaux des fruits. Voir (**Annexe 11**).

Variétés	N	Teneurs Moyennes des polyphénols totaux (mg eq AG/ml de jus de fraises)	Groupes homogènes
Nabila damous	4	351,44	A
Nabila sidi rached	4	349,28	A
Fortuna damous	4	311,94	B
Sabrina chaiba	4	295,41	BC
Fortuna bourkika	4	272,75	CD
Kamilla bourkika	4	267,75	CDE
Savana hadjout	4	264,44	D E
Fortuna hadjout	4	257,50	D E
Savana chaiba	4	249,19	D E
Camarosa sidi rached	4	243,44	E

3.3.9 Teneurs en flavonoïdes des fruits

Les teneurs en flavonoïdes des différents échantillons de variétés de fraises récoltés des différents sites de production et de récolte prospectés ont été également très hautement variables ($P=0,000$; $F=34,62$) (**Tableau 28**).

Les teneurs en flavonoïdes enregistrées sur les échantillons de variétés de fraises récoltés étaient compris entre 14,23 et 51,70mg eq quercétine /ml de jus de fraises (**Figure 26**).

Le test de Tukey a permis de classer les variétés de fraises cultivées au niveau des sites de productions et de récolte prospectés selon leurs teneurs en flavonoïdes en six groupes homogènes suivants (**Tableau 29**) :

- **Groupe 1** : comprend la variété Fortuna de la région de Damous dont, la teneur en flavonoïdes est de 51,70mg eq Quercétine/ml de jus de fraises.

- **Groupe 2** : comprend les variétés : Savana de la région de Chaïba, Camarosa de la région de Sidi Rached, Nabila des régions de Damous et de Sidi Rached dont les teneurs en flavonoïdes sont comprises entre 41,95 et 46,63mg eq Quercetine/ml de jus de fraises.
- **Groupe 3** : comprend la variété Fortuna de la région de Hadjout dont, la teneur en flavonoïdes des fraises est de 39,53mg eq Quercetine /ml de jus de fraises.
- **Groupe 4** : comprend les variétés :Savana de la région deHadjout et, Kamilla de la région de Bourkika dont, les teneurs en flavonoïdes sont comprises entre 27,63 et 25,25mg eq Quercetine/ml de jus de fraises.
- **Groupe 5** : comprend la variété Fortuna de la région de Bourkika dont, la teneur en flavonoïdes des fraises est de 21,05mg eq Quercetine/ml de jus de fraises.
- **Groupe 6** : comprend la variété Sabrina de la région de Chaïba dont, la teneur en flavonoïdes est de 14,23mg eq Quercetine/ml de jus de fraises.

Certaines valeurs des teneurs en flavonoïdes enregistrées sur les fraises cultivées dans les différents sites prospectés sont voisines de 30.1 mg/ml. Cette teneur coïncide avec celle citée par Odriozola-Serrano et *al.* (2008). Les teneurs variables peuvent être traduites par le facteur variétal ainsi que les conditions pédo-climatiques et, la conduite de la culture au niveau de chaque localité géographique.

Tableau 28 : Analyse de la variance des teneurs en flavonoïdes des fruits par le test ANOVA selon les variétés cultivées dans les différents sites.

Source	ddl	Somme des carrés	Somme Moyennes	F-Valeur	P-Valeur
variété	9	5737,2	637,47	34,62	0,000
Error	30	552,5	18,42		
Total	39	6289,7			

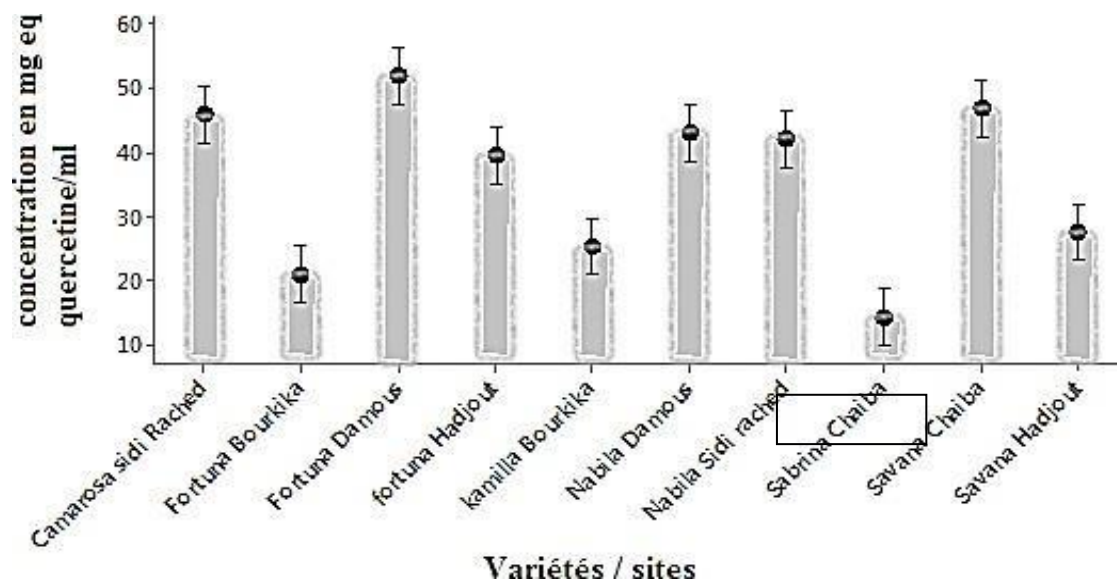


Figure 26 : Analyse de la variance en modèle GLM des teneurs en flavonoïdes totaux des échantillons de fruits de fraises selon les variétés cultivées et selon les sites de récolte.

Tableau 29 : Classement des variétés de fraisières cultivées dans chaque site par le test de Tukey, selon les teneurs en flavonoïdes des fruits. Voir (**Annexe 13**).

Variétés	N	Teneurs Moyennes en flavonoïdes (mg eq Quer/ml de jus de fraises)	Groupes homogènes
Fortuna damous	4	51,70	A
Savana chaiba	4	46,63	AB
Camarosa sidi rached	4	45,81	AB
Nabila damous	4	42,96	AB
Nabila sidi rached	4	41,95	AB
Fortuna hadjout	4	39,53	B
Savana hadjout	4	27,63	C
Kamilla bourkika	4	25,25	C
Fortuna bourkika	4	21,05	CD
Sabrina chaiba	4	14,23	D

4 Conclusion

Au terme de l'étude d'état des lieux de la culture des fraises et l'analyse quantitative et qualitative des fruits produits dans la wilaya de Tipaza. Il est important de résumer les principaux résultats suivants :

L'enquête menée sur la culture de fraisiers dans la wilaya de Tipaza a révélé la répartition de six variétés de fraises. Selon leur fréquence, la variété Fortuna (V1) apparaît la plus cultivée et par degré moindre les variétés Nabila et Savana.

Il en ressort l'utilisation d'une large gamme de fertilisants sur la culture de fraisiers dans les sites de production prospectés de la wilaya de Tipaza.

Nous comptons l'utilisation de 14 types d'engrais chimiques. Parmi les quels, CACI et HOMISTAR semblent les plus utilisés.

Dans ce sens, Il faut respecter les doses d'application de ce produit et prendre en considération la dernière date de traitement pour fixer la date de récolte en vue de protéger la santé du consommateur.

L'enquête sur les problèmes phytosanitaires affectant les fraisiers a mis en exergue la présence de certains ravageurs et certaines maladies. Nous notons 4 ravageurs parmi lesquels et par ordre décroissant de fréquence nous citons : les thrips, les acariens puis les pucerons suivi des mollusques avec une plus faible abondance.

Par ailleurs, cinq types de maladies phytopathogènes ont été détectés dans les sites de production de fraisiers prospectés. Leur classement a été établi selon leur abondance dans l'ordre décroissant suivant : le mildiou et la pourriture grise puis, l'oïdium et l'alternariose.

Les informations collectées sur les traitements phytosanitaires auprès des agriculteurs et des revendeurs ont permis de mettre en évidence un aperçu sur la diversité de pesticides utilisés sur fraisiers en Algérie. Les fongicides et les insecticides semblent les plus appliqués à titre préventif.

Nous comptons l'utilisation de cinq fongicides et sept insecticides dont, les plus fréquents sont le SCORE (T3) et FOLIETTE (T2) respectivement comme fongicide et insecticide potentiellement utilisés.

Les données rapportées sur la production en nombre de fraises par plante a montré une variabilité selon les variétés cultivées mais aussi selon les sites de production prospectés.

Une importante production a été enregistrée sur les variétés Fortuna (10,48) et Savana (10,46) cultivées respectivement dans les sites localisés à Bourkika et à Hajout. La production a été également intéressante pour les variétés Kamilla à Bourkika (8,57), Camarosa à Sidi Rached

Conclusion

(8,28), Fortuna à Damous (8,23) et Nabila à Sidi Rached (8,32).

Conclusion

Compte tenu de la caractérisation organoleptique des fraises. Plusieurs paramètres ont été évalués et ont mis en évidence les critères suivants :

Le calibre des fraises a montré une variabilité très hautement significative selon l'ensemble des variétés cultivées et au niveau des sites de productions prospectés.

Le calibre était compris entre 3,4 cm et 6 cm qui répond nettement aux européennes.

Pour le critère meilleur calibre, nous pouvons recommander et retenir les variétés Fortuna, Kamilla et Nabila dans les régions de Hajout, Bourkika et Damous.

Les teneurs en matière organique des différents échantillons de variétés de fraises récoltés des différents sites de production prospectés ont été également très variables. Les teneurs enregistrées étaient compris entre 10,26 et 15,26%.

Les valeurs de pH des jus des variétés de fraises récoltées des différents sites de production et de récolte prospectés semblent également très variables. Elles sont comprises entre 3,5 et 4.

Les teneurs en sucres totaux des différents échantillons de variétés de fraises récoltés des différents sites de production étaient compris entre 21,58 et 82,29mg/ml de jus de fraises.

Les teneurs en Vitamine C enregistrés sur les différents échantillons de variétés de fraises récoltés des différents sites de production demeurent très faibles à celles citées dans la bibliographie.

Les teneurs en polyphénols totaux et celles des flavonoïdes des différents échantillons de variétés de fraises récoltés des différents sites de production ont été également très hautement variables. Nous avons enregistré des teneurs comprises entre 243,44 et 351,44mg eq acide gallique/ml de jus de fraises pour les polyphenols totaux et des taux compris entre 14,23 et 51,70mg eq quercetine /ml de jus de fraises pour les flavonoïdes.

Plusieurs perspectives s'ouvrent à la recherche :

- Il serait important d'élargir l'enquête menée sur la culture des fraises dans d'autres localités géographiques en Algérie,
- Il serait intéressant de compléter les analyses biochimiques et phytochimiques notamment l'activité anti-oxydante des fraises pour une meilleure consommation et valorisation industrielle,
- Il serait judicieux de contrôler l'utilisation des intrants chimiques sur la culture par l'analyse des résidus des fertilisants et des pesticides,
- Il serait intéressant de rechercher et d'appliquer des intrants biologiques pour réduire l'impact néfaste d'utilisation massive et non raisonnée des produits chimiques,
- Il serait opportun de développer l'agriculture biologique de la fraise en vue d'une meilleure valorisation agro-alimentaire et industrielle de ce produit.

A

Andi Schmid, IRAB, 1997 : Institut de recherche de l'agriculture biologique (IRAB)
Ackerstrasse, 5070 Frick.

Anonyme (2003). La culture du fraisier sur substrat. Paris, Editions Centre technique
interprofessionnel des fruits et légumes, p : 165.

**Arend, G. D., Adorno, W. T., Rezzadori, K., Di Luccio, M., Chaves, V. C., Reginatto, F.
H., & Petrus, J. C. C. (2017)**. Concentration of phenolic compounds from strawberry
(*Fragaria X ananassa* Duch) juice by nanofiltration membrane. *Journal of Food Engineering*,
201, 36-41

ACI 2020. AGRO Consulting international Algeria. Disponible sur : [https://www.aci-
algerie.com/wp-content/uploads/2020/05/ACI-NEWS-N%C2%B0013-Septembre-2017.pdf](https://www.aci-algerie.com/wp-content/uploads/2020/05/ACI-NEWS-N%C2%B0013-Septembre-2017.pdf)
Consulter le 03-07-2022.

B

Bardet Alain (2005). Le guide technique de la fraise. Cycle de fraise. Edition : la chambre de
l'agriculture de lot et Garonne. P : 04

Bio-enligne.com. Culture biologique des fraises. Mis à jour : vendredi 28 décembre 2018. [En
ligne]. Consulter le 03 juin 2022. Disponible sur : [https://www.bio-enligne.com/jardin-
biologique/168-fraisier.html](https://www.bio-enligne.com/jardin-biologique/168-fraisier.html)

Basu A., Nguyen A., Betts N. M et Lyons T. J. (2014). Strawberry as a functional Food : An
evidence-based review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* ,54 : 790–806.

C

CODEX STAN 247-2005. Norme générale pour les jus et les nectars de fruits. P19.

Crenoexpert. Tableau calibre fruits. Disponible sur :
<http://www.crenoexpert.fr/flipbooks/expproduit/TABLEAUX-CALIBRES-FRUITES-2.pdf>
[Consulter le 06-07-2022.](http://www.crenoexpert.fr/flipbooks/expproduit/TABLEAUX-CALIBRES-FRUITES-2.pdf)

D

Daniel Plénet, Benoît Jeannequin, Jean-Eric Chauvin Sylvie Colleu, Vincent Faloya, Martine Georget, François Laurens, Catherine Renard (2016). Diversité des agricultures Premières réflexions du groupe filière Fruits, Légumes et Pomme de terre. *Science & impact*. FIAP Paris. P 16.

Djellouli F. (2013). Aspect qualitatif et quantitatif des lipoprotéines sériques chez les agriculteurs utilisant les pesticides dans la région de Tlemcen. Thèse de magistère en Physiopathologie cellulaire. Université Abou Bekr Belkaid-Tlemcen.p 63.

DJOUDE, N. & ; MANSOUR, K. (2017). Préparation de boissons nectars à base de trois fruits : analyses physicochimiques, sensorielles et microbiologiques. [Mémoire de Master, Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou]. P 96.

E

Eddalia, Y. & ; Faidia, A. (2018). Essai De Culture Biologique Du Fraisier Et Analyses Des Fruits [Mémoire de Master, Université Saad Dahleb - Blida].p 46.

El waten 2019 : journal algérien en français. Disponible sur ;
<https://www.elwatan.com/regions/centre/tipasa/tipasa-premier-producteur-national-de-fraises-02042019#:~:text=Il%20s'agit%20de%20fortuna,camila%2C%20perchinko%2C%20sann%20ankrias%E2%80%A6>. Consulter le 03-07-2022

F

Faid, S. M. A., Fadlalla, E. A. S., et Khojah, E. Y. (2017). Antidiabetic and Antioxidant Effects of Grapefruit, Mango and Strawberry Juice in Streptozotocin-Induced Diabetic Rats. *Journal of Applied Life Sciences International*, 11, 1-13.

J

james diebel . climat et moyennes météorologiques tout au long de l'année pour tipaza [en ligne] consulter le 12/04/2022 à 17:25

Figure 1 <https://fr.weatherspark.com/y/47087/M%C3%A9t%C3%A9o-moyenne-%C3%A0-Tipaza-Alg%C3%A9rie-tout-au-long-de-l'ann%C3%A9e>

H

Hakkinen, S.H., Torronen, A.R., 2000. Content of € flavonols and selected phenolic acids in strawberries and vaccinium species: influence of cultivar, cultivation site and technique. Food Res. Int. 33, 517e524.

Hebbache I., Sebkhil S et Ouchemoukh S. E. (2013). Teneurs en antioxydants et activités antioxydantes de quelques variétés de confitures industrielles.

Heide, O. M. (1977). Longhi, S., L. Giongo, m. Buti, n. Surbanovski, r. Viola, r. Velasco, j. A. Ward, and d. J. Sargent. 2014. Molecular genetics and genomics of the Rosoideae : state of the art and future perspectives. Horticulture Research , p 01

G

Gaston A. (2010). Etude et compréhension du déterminisme génétique et moléculaire de la remontée florale chez le fraisier (Doctoral dissertation, Université de Bordeaux).

Giampieri F., Tulipani S., Alvarez-Suarez J. M., Quiles J. L., Mezzetti B et Battino M. (2012). The strawberry : Composition, nutritional quality, and impact on human health. *Nutrition* , p28 , 9–19.

Gilberto Luiz Putti. (2005). Capacité de croissance de la partie aérienne du fraisier (*Fragaria X ananassa*Duch.) sous conditions naturelles et traitement au froid en automne, et sous longue conservation au froid : évaluation de la réparation et de la chaleur métabolique comme marqueurs de capacité de Croissance. Edition : INRA France. P 12-14.

Goto T., Teraminami A., Lee J. Y., Ohyama K., Funakoshi K., Kim Y. I et Kawada T. (2012). Tiliroside, a glycosidic flavonoid, ameliorates obesity-induced metabolic disorders via activation of adiponectin signaling followed by enhancement of fatty acid oxidation in liver and skeletal muscle in obese-diabetic mice. *The Journal of Nutritional Food Chemistry Biochemistry* , p 23 , 768–776.

Günter S. (2014). Histoire du fraisier [en ligne] Disponible sur : <http://ciref-agriculture.fr/les-programmes-du-ciref/creation-varietale/histoire-du-fraisier/>

Guttridge, C. G. (1970). Interactions of photoperiod, chilling and gibberellic acid on growth of strawberry petioles. Ann. Bot. : 34, 349-364.

K

Kessour, L. & Kebsa, D. (2019). Essai De Formulation D'une Boisson À Base De Malus Domestica Et Fragaria Sp. [Mémoire de Master, Université Mohammed Seddik Ben Yahia - Jijel], p 31.

L

La nutrition (2007). Les fruits et légumes les plus riches en polyphénols. Disponible sur :

<https://www.lanutrition.fr/forme/les-fruits-et-legumes-les-plus-riches-en-polyphenols>

Consulter le 06-07-2022.

M

Masclef.A.(1981). Atlas des plantes de France utiles, nuisibles et ornementales , p 195.

Michel J, Clément, J-M. Mahenc, et C. Nerdeux. (1981). Larousse Agricole Edition, Librairie Larousse : Canada, pp : 540. ISBN 2-03-514 301-2.

Morard, P. (1995). Les cultures végétales hors sol. Publications agricoles, Agen, France, ISBN : 2-9509297, p 303.

Mountain Herb Estate : INFORMATIONS SUR LA PLANTE : Fragaria x ananassa [En ligne]. Mise à jour : ven. 03 juin 2022 22 :23 :29 GMT Disponible sur : <https://www.herbgarden.co.za/mountainherb/herbinfo.php?id=108#>

N

NORME DE COMMERCIALISATION APPLICABLE AUX FRAISES, (2011). Portant modalités d'application du règlement (CE) du Conseil en ce qui concerne les secteurs des fruits

et légumes et des fruits et légumes transformés. Journal officiel de l'Union européenne N° L 157. p 6.

O

Odrizola-Serrano I., Soliva-Fortuny R., Martin-Bellozo O., (2008). Acides phénoliques, flavonoïdes, vitamine C et capacité antioxydante des jus de fraise traités par des champs électriques pulsés de haute intensité ou des traitements thermiques. Recherche et technologie alimentaires européennes, p 228 (2) : 239-248.

Ouaret F., Drahmani, H et Ourari M. E. (2018). Etude de la diversité morphologique des angiospermes Tiges, Feuilles, Racines. Photoperiod and interactions in growth and flowering of strawberry. *Physiol. Plant.* p 40, 21-26.

OukalaNadira. (2014). Etat sanitaire descultures de tomate sous serre et étude de l'impact des pratiques culturales Sur le développement de la pathologie dominante.thèseen Biologie .Magister.univA.Mira Bejaia p 17-20.

P

Parshant, 3., Deep, J. B., V., K. W., Akash, S., & Mudasir, I., (2014). Growth, yield and quality of strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.) cv. Chandler as influenced by various mulching materials. *African Journal of Agricultural Research*, p 9(7), 701-706

Pavlova, V., Karakashova, L., Stamatovska, V., Delchev, N., Necinova, L., Nakov, G., Menkinoska, M., et Blazevska, T. (2013). Storage impact on the quality of raspberry and peach jams. *Journal of Hygienic Engineering and Design*, p 5, 25-27.

Potel, A. M., & Carlen, C. (2005). Qualité des fraises : effets de la variété, du rapport feuille/fruit, de la période de récolte et du stade de maturité. *Revue suisse de viticulture, arboriculture et horticulture* , p 37(2), 87-96.

Potter D., Still S. M., Grebenc T., Ballian D., Božič G., Franjia J et Kraigher, H. (2007). Phylogenetic relationships in tribe Spiraeae (Rosaceae) inferred from nucleotide sequence data. *Plant Systematics and Evolution*, p 266(1-2) , 105-118.

R

RANDRIATIANA, R., RANAIVOSON, R., & ANDRIANIRINA, N. (2003). Valorisation des fraises d'Ambatofotsy. [Mémoire de fin d'études, Université d'Antananarivo]. P 73.

Z

Zernadji, W. & Chebchoub, F. & Dairi, S. (2018). Essai De La Fabrication D'une Boisson Fermentée À Base De Jus De La Fraise Et De Lactosérum [Mémoire de Master, Université Mohammed Seddik Ben Yahia - Jijel]. P 54.

