كلية العلوم و التقنيات فاس
Faculté des Sciences et Techniques de Fès

جامعة سيدي محمد بن عبد الله
Université Sidi Mohamed Ben Abdellah

PROJET DE FIN

LICENCE SCIENCE & TECHNIQUE

BIOTECHNOLOGIE ET VALORISATION DES PHYTO-RESSOURCES

TITRE :

Effet du calcium et du silicium sur la qualité et la Conservation du PRUNIER

Présenté par :

CHAFIK FATIMA ZOHRA

Encadré par :

Dr. ASFERS ADIL

Mr. Fouad AMALAL

Pr. AMRANI JOUTEI KHALID

Soutenu le : 06/07/2021

Devant le jury composé de :

-Dr. ASFERS Adil

-Mr. AMALAL Fouad

-Pr. AMRANI JOUTEI Khalid

- Pr. DERRAZ Khalid

Année Universitaire : 2020/2021

Je dédie ce travail

A

Mes très chers parents : Abdelghani CHAFIK Et Zahra MOUFID

Qui ont toujours été là pour moi tout au long de mes études et qui m'ont donné un

Magnifique modèle de labour et de persévérance .J'espère qu'ils trouveront dans

Ce travail toute ma reconnaissance et toute mon amour

A ma chère sœur et mes chers frères :

Pour leurs patiences et leurs soutiens qu'ils n'ont cessés d'apporter au cours de ma formation

A mes amies :

Chaimae, Btissam, Rabab, Oumaima, Hajar et Oumaima

Merci pour votre compagnie ; votre aide et en hommage aux souvenirs que nous avons partagés ; trouver ici l'expression de mon amitié

A tous ce qui m'aiment sincère

Je vous dédie ce modeste travail

Remerciement

Ce travail a été réalisé dans le cadre de la licence « biotechnologie et valorisation des phyto-Ressources »

Je tiens à présenter mes sincères reconnaissances au **Professeur AIT HOUSSA ABDELHADI**, directeur technique des Providences Vertes, qui m'ont permis de mener à bien mon projet de fin d'étude au domaine LOUATA. Veuillez accepter mes vifs remerciements pour votre accueil sympathique et votre modeste.

Je tiens à remercier **Monsieur ASFERS ADIL** responsable de la recherche et développement national des Providences Vertes pour son encadrement indéfectible, son soutien et ses conseils précieux, ses qualités scientifiques et humaines qui m'ont permis de réaliser mon sujet de fin d'étude dans les bonnes conditions.

J'exprime ma profonde gratitude et immense respect à mon encadrant **Monsieur AMRANI JOUTEI KHALID** professeur à la faculté des sciences et technique de Fès, et coordonnateur de la licence « biotechnologie et valorisation des phyto-ressources »pour ses conseils, ses critiques instructives, ses qualités scientifiques et humaines ont énormément contribué à la réalisation de cette étude.

Je remercie également **Monsieur AMLAL Fouad**, responsable de la production arboricole au domaine LOUATA, pour leurs disponibilités et leurs explications du fonctionnement des systèmes de production au sein du domaine.

J'adresse mes vifs remerciements et mes profondes reconnaissances au professeur **DERRAZ Khalid** d'avoir accepté de juger ce travail.

Enfin, j'exprime toute ma reconnaissance à mes chers professeurs et à toutes personne ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail, qu'elle trouve ici mes chaleureux remerciements, plus particulièrement **Monsieur LABYAD** qui m'a aidé durant ce travail.

listes des tableaux

Tableau 1 : la superficie de prunier en (ha) au Maroc 9
Tableau 2 : systématique de prunier au Maroc..... 10
Tableau 3 : les principales maladies virus des pruniers (GAUTIER ,2001)..... 13
Tableau 4 : les principales maladies fongiques..... 14

Listes des figures

Figure 1 : Localisation de domaine LOUATA (Google Maps, 2021) Figure 2 : Répartition des rosacées fruitières..... 18
Figure 3 : Fleur(A), Fruit(B), Feuille(C) 11
Figure 4 : Dispositif expérimental en blocs aléatoires complets de l'essai. 19
Figure 5 : Dispositif expérimental en blocs aléatoires complets de l'essai. 20
Figure 6 : Traitement des arbres par un pulvérisateur à dos 21
Figure 7 la Centrifugeuse. Le Pénétromètre, la burette, la balance 24
Figure 8 : effet du calcium et du silicium sur l'acidité chez la variété RED BEAUTY ... 26
Figure 9 : effet du calcium et du calcium sur le taux de jus de la variété RED BEAUTY 26
Figure 10 : effet du calcium et du silicium sur la fermeté 27
Figure 11 : effet du calcium et silicium sur le taux de sucres..... 27
Figure 12: effet des traitements sur la perte de poids chez les deux variétés à 25°..... 28
Figure 13 : effet du calcium et du silicium sur la perte de poids à 5°..... 29
Figure 14 : le nombre des pourritures en fonction des traitements à 25° 29
Figure 15 : effet des traitements sur acidité à 5° 30
Figure 16 : effet des traitements sur le taux de sucre pour VANIA et ROYAL ZEE à 25° 31
Figure 17 : effet des traitements sur la fermeté à 25° pour les deux variétés à 25° 31

Liste de l'Abréviation

Ca : calcium

Si : silicium

T0 : témoin

T1 : traitement du calcium

T2 : traitement de silicium

T0+ : témoin (eau clair) **Ha** : hectare

Table des matières

I. INTRODUCTION GENERALE 7

II. REVU BIBLIOGRAPHIQUE 8

I. MORPHOLOGIE, PHYSIOLOGIE ET EXIGENCES EDAPHO-CLIMATIQUES DU PRUNIER 9

1. Prunier au Maroc : *9*

2. Description taxonomique et botanique de l'espèce *9*

3. Description morphologique *10*

1. Arbre 10
2. Fleur 11
3. Feuille 11
4. Fruit 11
5. Maturation 12

4. Exigence pédoclimatique de prunier *12*

1. Température 12
2. Sol 12
3. Pluviométrie 12

5. Principales maladies du prunier *13*

1. Maladies virales 13
2. Maladies bactériennes 14
3. Maladies fongiques 14

II. CALCIUM & SILICIUM 15

1- Calcium *15*

1. Effet de calcium sur la croissance des fruits 15
2. Effet du calcium sur la qualité des fruits 15

2-Silicium *16*

1. Effet du silicium sur la qualité des fruits et leur conservation 16

III. MATERIEL ET METHODES 17

I. ***I. PRESENTATION DE SITE EXPERIMENTALE*** 18

II. ***DESCRIPTION DE LA PARCELLE EXPERIMENTALE*** 19

1. sol ..... ***Erreur ! Signet non défini.***

2. Matériel végétal *19*

3. Dispositif expérimental *19*

4. Traitements appliqués *20*

5. Paramètres mesurés *22*

1. Fermeté 22
2. Teneur en sucres 22
3. L'acidité titrable 23
4. Taux de jus 23
5. Nombre de pourriture 23

IV. RESULTAS ET DISCUSSION 25

1. Acidité *26*

2. Taux de jus *26*

3. Fermeté *27*

4. Taux de sucres *27*

1. Poid *28*

2. Nombre de pourritures *29*

3. Acidité *30*

4. Taux de sucre *31*

5. Fermeté *31*

6. Conclusion *32*

REFERENCES 33

I. Introduction Générale

Au Maroc, la culture de prunier a connu un développement rapide ces derniers années, il occupe une superficie environ 13 950 ha en 2017 /2018. Sur plan géographique, les pôles de production les plus importants sont localisés le Moyen Atlas, Rif occidental, Pré Rif ; Sais ; Haouz, en se plaçant au 4eme rang parmi les rosacées fruitières à noyau plantés au Maroc.

Les prunes comprennent un nombre élevé des espèces et d'hybrides, ils ont résultent

- Une grande diversité de caractère morphologique
- Une large adaptation au sol et au climat

Le calcium est un élément majeur, requis par toutes les plantes. Le Ca est indispensable en quantités supérieur pour les fruits à noyau, l'arbre nécessite de grande quantité pour soutenir la production.

Le Silicium agit comme un gestionnaire de nutrition et un activateur anti-stress. Le silicium améliore la résistance des plantes aux stress biotiques et abiotiques. Il améliore la minéralisation et augmente l'absorption des nutriments.

Dans ce cadre s'insère cette expérimentation qui porte sur l'étude de l'effet de la fertilisation foliaire et immersion à base de calcium et silicium sur la qualité et la conservation des prunes de 3 variétés « RED BEAUTY » « ROYAL ZEE » « VANIA»

Les objectifs de cette étude sont :

- ✓ Tester l'effet de l'application foliaire des composés à base de calcium et silicium sur la qualité et la conservation des prunes.
- ✓ Tester l'effet d'immersion dans des composés à base de calcium et silicium sur la conservation des fruits.
- ✓ Evaluer l'effet des composés calciques sur les troubles physiologiques et l'aptitude à la conservation des fruits.
- ✓ Comparer les effets des produits à base de calcium et silicium sur différentes variétés.
- ✓ Comparaison entre les deux applications des traitements (application foliaire et immersion)

II. Revu bibliographique

I. Morphologie, physiologie et exigences édapho-climatiques du prunier

1. Prunier au Maroc :

Selon les données de l'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), la production de prunes et de prunelles du Maroc est passée de 5.000 tonnes en 1969 à 205.222 tonnes en 2018 (dernière année où l'agence a fourni des données sur ce type de produit agricole), avec une croissance annuelle moyenne de 10,29%, ce qui vaut au Maroc sa place dans le top 10 des principaux pays de ces fruits à noyau. (FAO, 1juillet 2020).

Tableau 1 : superficie de prunier en (ha) au Maroc

	Pêcher-nectarine	prunier
2010	4929	10500
2011	4822	10789
2012	5080	12046
2013	5526	12471
2014	6029	12667
2015	6638	14781
2016	9900	12282
2017	10601	13117
2018	10601	15342

2. Description taxonomique et botanique de l'espèce

Les pruniers font partie de la famille des rosacées, Le secteur des rosacées fruitières est caractérisé par une gamme diversifiée d'espèces. Ce secteur est représenté par deux groupes: les rosacées à pépins (Pommier, Poirier, Cognassier) et les rosacées à noyau (Amandier, Abricotier, Prunier, Pêcher, Cerisier). Et appartient au genre Prunus qui regroupe 400 espèces et des milliers de variétés cultivées

Tableau 2 : systématique de prunier au Maroc

Systématique	
Embranchement	Spermaphyte
Sous embranchement	angiosperme
Class	Dicotylédones
Ordre	rosales
Famille	rosacées
Sous famille	Prunoïdées
Genre	prunus
Espèce	*Prunus Domestica L.,* 1753

Les pruniers cultivés dérivent en majorité de deux groupes variétaux :

- Pruniers à croissance rapide (2n = 16)

Ils sont représentés par le ***Prunus salicina***

Ou prunier japonais et par ***Prunus cerasifera***

- Pruniers à croissance lente (2n = 48)

Prunus domestica ou Prunier domestique ou Prunier européen dont sont issues la

Plupart des variétés françaises: Reine Claude, Prune d'Ente

Prunus insititia qui a donné naissance aux mirabelles

3. Description morphologique

1. Arbre

Le prunier est un petit arbre appartenant à la famille des rosacées et atteignant généralement les 8m de haut, est un arbre fruitier caractérisé par un tronc arrondi (Guiheneuf, 1998). Il comprend des rameaux tortueux et très déployés. Son écorce est assez luisante, de couleur gris brun. Les pruniers européens sont plus élevés en hauteur que les japonaises (Rieger, 2010). Le

système racinaire de l'arbre est souvent superficiel, parfois semi-pivotant, sa résistance à l'asphyxie radiculaire est bonne à moyenne (Guyot L., 1966)

2. Fleur

La structure de la fleur est fondamentalement la même pour tous les fruits à noyau. La fleur à cinq pétales et cinq sépales est habituellement blanche en passant par toutes les nuances jusqu'au rose. Elle peut être soutenue séparément mais être en grappe ou en ombelle. Chaque fleur est composée d'un calice mono-cépitale à cinq divisions, une corolle à cinq pétales, 20 à 30 étamines et un pistil plus long que les étamines (Caillavet, 1991). Le nombre de fleurs par arbre est d'environ 3000 (Benttayeb, 1993).

3. Feuille

La feuille est simple et généralement lancéolée. Son pourtour est, denté, ovale, Acuminées, présence de quelques nectaires sur le pétiole et de deux stipules à sa base (Bretaudeau J. F. Y., 1991). Les bourgeons floraux contiennent des ébauches de fleurs (comprenant 1 à 3 fleurs).

4. Fruit

Le fruit est une drupe charnue de forme variable, épiderme lisse, mince, toujours glabre, de couleur variable : jaune, jaune-vert, rougeâtre, bleu –violacé. Sa chair est plus ou moins ferme, juteuse, acidulée ou sucrée. La peau des prunes est fine et glabre, couverte de pruine (Lespinasse J.M., 2005)

Figure 1 : Fleur(A), Fruit(B), Feuille(C)

5. Maturation

Le fruit subit d'importantes transformations internes, il acquît ses qualités gustatives, L'épiderme change de couleur après la cueillette, le fruit détaché de l'arbre arrête sa croissance, mais n'arrête pas son évolution, celle-ci se poursuit jusqu'à la maturité de consommation. La maturation des prunes varie selon les variétés (GAUTIER, 1993).

4. Exigence pédoclimatique de prunier

Le prunier est considéré comme un arbre rustique; (Guiheneuf, 1998) néanmoins, les exigences climatiques différent selon les groupes variétaux. Ainsi, selon (Gautier, 1988), les pruniers européens préfèrent les climats continentaux aux hivers rigoureux. Par contre, les pruniers japonais se développent bien dans la zone méditerranéenne.

1. Température

Selon (Benttayeb, 1993), le prunier est une espèce qui tolère les températures froides hivernales. Il entre en végétation à la température moyenne de 10°C, une température (-4°C) détruit le bouton floral, (-2°C) détruit les fleurs, et de (-1°C) endommage les jeunes fruits.

2. Sol

De point de vue physique, les sols les plus favorables à la culture du prunier sont ceux dont la structure permet un bon développement des racines, une bonne circulation de l'eau et de l'air. Le prunier préfère les sols dont le pH se situe autour de la neutralité (Gautier, 1988). D'après (Guiheneuf, 1998), le prunier se rencontre sur un sol profond, frais, de silico-argileux à argileux et même calcaire sans irrigation.

3. Pluviométrie

Une humidité élevée de l'air constitue une contrainte notable pour les arbres fruitiers, elle nuit à la pollinisation, en agglutinant les grains de pollen et en favorisant l'installation de la fumagine (Benttayeb, 1993) . Le risque de la contamination des fleurs lors de la floraison par

la moniliose est probable, si l'humidité de l'atmosphère attient un niveau élevé (Gautier, 1988). Ce dernier a rapporté que la pluie a une influence sur le fruit au moment de la récolte ou avant la récolte, permet d'occasionner l'éclatement et favorise les atteintes de monilia sur les fruits.

5. Principales maladies du prunier

1. Maladies virales

D'après GAUTIER (1993), les viroses sont causées par des virus qui se développent à L'intérieur des cellules vivantes. Les virus se propagent soit par multiplication végétative ou
Par le pollen et les semences. Ils peuvent aussi se transmettre par les nématodes du sol, les
Insectes tels que les pucerons, les cicadelles et les psylles. Dans le tableau 6 sont résumées les Principales viroses du prunier.

Tableau 3 : les principales maladies virales des pruniers (GAUTIER ,2001)

Les maladies	**Le virus**	**Mode de transmission**
Fente de l'écorce (bark-split)	Chlorotic leaft spot virus (CLSV)	Greffage
Rabougrissement de prunier (prunes – dwarf)	Prune dwarf virus	Greffage, semence, pollen
La sharka (Plum –Pox)	Plum Pox virus	-la multiplication végétative - quatre espèces de pucerons Puceron vert de pécher Puceron du houblon Puceron vert de prunier

Le Plum Pox Virus infecte la majorité des espèces sauvages et ornementales du genre Prunus. Les Prunus infectés constituent la principale source d'inoculum. A partir de ces arbres le virus se transmet par greffage ou par des pucerons vecteurs: Aphis spiraecola et Myzus persic

2. Maladies bactériennes

Selon GAUTIER (1993), la propagation de ces maladies à grandes distance est essentiellement le fait de l'homme par le transport de plantes et de fruits malades. Les Bactéries présentes dans les vergers deviennent pathogènes quand trois conditions sont réunies, comme la présence d'un inoculum important, une humidité atmosphérique élevée et un traumatisme du végétal. Parmi les maladies bactériennes observées chez le prunier nous avons :

• **Bactériose à Pseudomonas** : provoquée par le développement de Pseudomonas syringae et Pseudomonas morsprunorum. Cette bactériose se manifeste par deux types de symptômes : la criblure bactérienne sur feuilles et la formation de chancre autour des bourgeons. Ces chancres entraînent la mort des bouquets de mai ainsi que le dessèchement des jeunes pousses.

• **Gall de Collet ou (Crowngall) :** se développe sous l'action de l'Agrobacterium turnefaciens, se manifeste par l'apparition de tumeurs et croissance au niveau de collet ou sur les racines à une certaine distance de la tumeur primaire.

3. Maladies fongiques

Les maladies fongiques sont causées par le développement des champignons parasites dans les organes végétaux. les maladies d'origine cryptogamiques qui s'attaquent aux pruniers sont assez nombreuses, parmi lesquels nous retiendrons celles portées sur le tableau suivant :

Tableau 4 : les principales maladies fongiques

Les maladies	**Agent pathogène**	**Organe attaqué**
Monilioses	Monilia laxa Monilia fructigena	Feuille et fruit fruit
Rouille de prunier	Transzschelia prunispinosae	feuille
Maladies à coryneum	Coryneum beijerichi	rameaux

Tavelure	Cladosprium carpophilum	fruit

II. Calcium & Silicium

1- Calcium

Le calcium fait partie des éléments minéraux essentiels à la croissance d'une plante. Avec l'azote et le potassium, il est un des éléments dont les teneurs sont les plus élevées dans les tissus végétaux. Cependant, sa distribution n'est pas uniforme. Les racines ainsi que les feuilles médianes et basales contiennent davantage de calcium comparativement aux jeunes feuilles et aux fruits (Lacroix, 2005). Le calcium a un rôle déterminant au cours des principales phases de la vie du végétal. Sa présence dans le suc cellulaire est indispensable pour le développement de la plante. Il est impliqué dans la division cellulaire et joue un rôle majeur dans le maintien de l'intégrité de la membrane (Chafai, 2007).

1. Effet de calcium sur la croissance des fruits

Le calcium est essentiel pour la translocation des hydrates de carbone et des nutriments (AL, 2005). Les hydrates de carbone restent dans les feuilles des plantes déficientes en calcium ce qui induit des carences de cet élément au niveau des racines et des tiges. Les glucides sont le produit de photosynthèse et stockage de l'énergie pour les plantes. Le calcium dans les plantes est considéré comme immobile dans les tissus des plantes (Marschner, 1900).Seule une petite quantité de Ca est acheminée par le phloème après l'absorption initiale par le xylème.

2. Effet du calcium sur la qualité des fruits

Le calcium est considéré comme l'élément minéral déterminant le plus important de la qualité des fruits, quand il est en quantités suffisantes, il aide à maintenir la fermeté des fruits, et diminue l'incidence des troubles physiologiques (E., 1999). Gautam et al. C'est un agent raffermissant qui prolonge la durée de conservation après récolte des pommes (Mir et al. 1993) et des fraises (Garcia et al., 1996). Les mêmes résultats ont été obtenus par (Holb ij, 2012)qui rapporte que le calcium est l'un des composants nutritionnels essentiels associés l'amélioration de la durée de conservation et à la réduction des troubles de post-récolte des fruits.

2-*Silicium*

Le Silicium, est un élément minéral qui n’est pas considéré comme élément essentiel il n’est ni avec les macro, ni avec les micro élément dans la nutrition minérale des plantes. Son application et largement été utilisée dans le monde particulièrement dans Asie .Il est considéré par les scientifiques comme élément facilitateur son absorption, contribue à l’utilisation efficiente de l’eau et des éléments minéraux alors que son accumulation aux niveaux des épidermes donne une rigidité et soutien de cultures, ce qui les protège contre les stress aussi bien biotique qu’abiotique. Le Silicium est un élément minéral tout comme l’azote, le phosphore ou le potassium. Il est très présent dans le sol, mais sous forme de SiO2, non disponible à la plante. Sa forme soluble est l’acide ortho-silicique Si(OH) 4 très peu présente dans le sol.

1. Effet du silicium sur la qualité des fruits et leur conservation

Les effets du silicium sur les arbres fruitiers ont rarement été discutés. Certaines études ont démontré que le silicium était essentiel aux pommiers, qu'il pouvait favoriser la chlorophylle des feuilles et améliorer la photosynthèse, prévenir la pourriture des racines et le vieillissement prématuré (Kong et *al*., 2012), favoriser la croissance et le développement des racines (Kong et *al*., 2001). Le développement d’Azote, phosphore, potassium et autres oligo-éléments, prévention efficace, fissuration, fosse amère, défoliation précoce et autres maladies physiologiques, inhiber l'évaporation des feuilles et des fruits, améliorer la résilience des arbres fruitiers (Fang, et *al*. 2009), augmenter la fermeté des fruits, améliorer stockage et transport (Li, 1997).

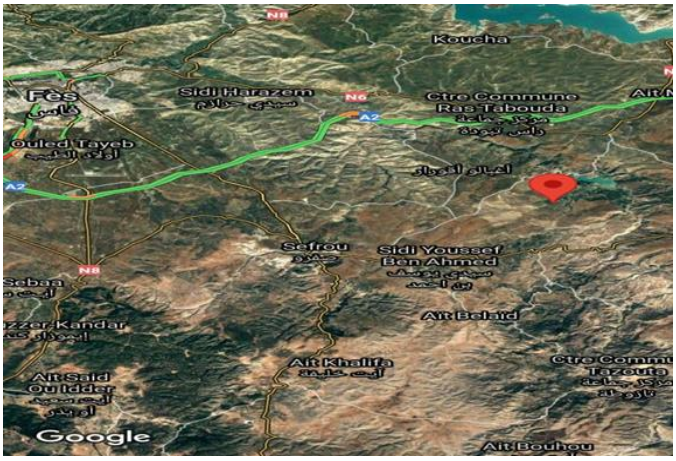
III. Matériel et méthodes

I. *I. Présentation de site expérimentale*

Domaine agricole LOUATA (Providence verte)

L'étude a été installée dans la région de Séfrou et plus particulièrement dans le domaine agricole, LOUATA (Providence verte) au cours de la campagne agricole 2020/2021. Il se situe, au Nord-Est du Moyen Atlas, à 18 km de la ville de Séfrou et à 45 km de Fès, à une altitude variante de 520 à 700 m par apport au niveau de la mer

Ce domaine occupe une superficie de 3200 ha dont 393,91 ha sont occupés par l'arboriculture fruitière.



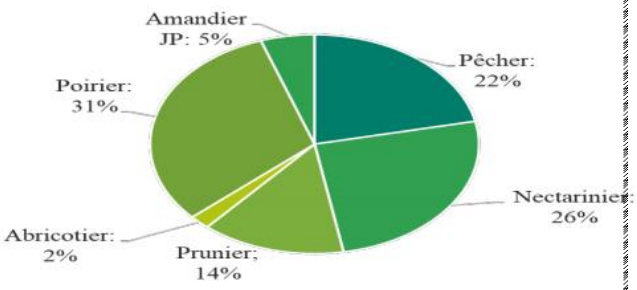


Figure 2 : Localisation de domaine LOUATA (Google Maps, 2021) **Figure 3 : Répartition des rosacées fruitières**

En raison de sa position géographique, LOUATA connaît un climat continental à hiver froid, a pluviométrie souvent irrégulière et a été chaud, allant du semi-aride supérieur de la plaine et des plateaux .

Cette entreprise est essentiellement un centre de recherche et de formation, mais en parallèle elle produit et exporte des fruits vers d'autres pays.

II. *Description de la parcelle expérimentale*

1. Sol

L'essai a été conduit sur la parcelle 1201 /3 et 1201/4, caractérisée par un sol argilo-limoneux. Les caractéristiques hydriques évaluées à partir de la granulométrie : montre une réserve utile estimée à 1,85 mm d'eau/ cm du sol. Le sol est riche en potassium et en phosphore et en matière organique avec une teneur supérieure à 2 %, et présenté une teneur élevée en calcaire.

2. Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé se compose de deux variétés correspondant à deux essais séparés sur meme parcelles se trouvant dans le secteur 1 arboriculture fruitière au sein du domaine LOUATA.
Les variétés concernées sont : ROYAL ZEE ET RED BEAUTY.

3. Dispositif expérimental

Protocole 1

Les essais, à raison d'un essai par variété, ont été conduits en blocs complètement aléatoires comportant 2 blocs composés chacun de deux traitements (Ca, Si) en plus du témoin (Figure 5). Chaque bloc correspond à une rangée de 24 arbres, limitée à chaque extrémité par trois arbres de bordure.

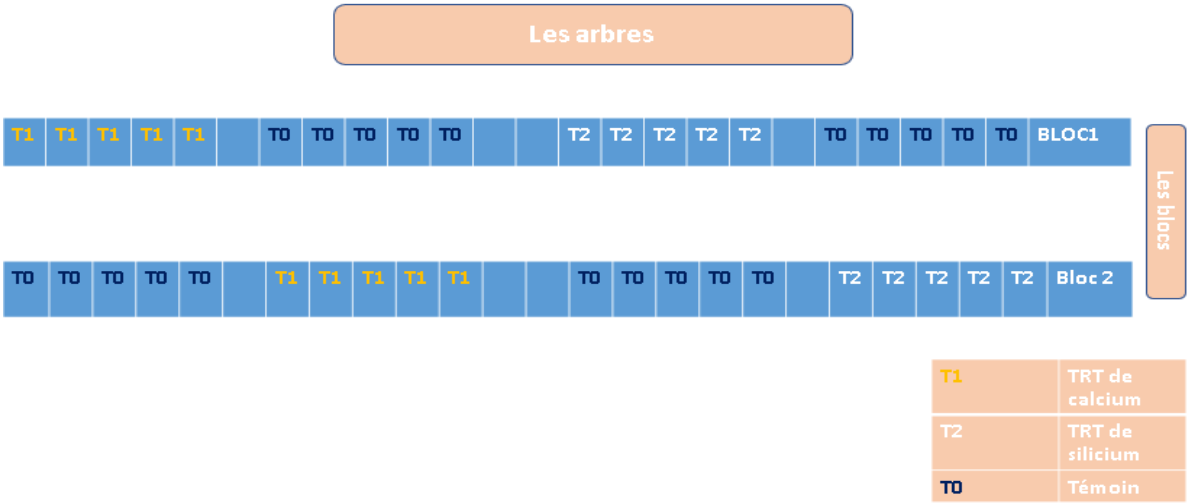


Figure 4 : Dispositif expérimental en blocs aléatoires complets de l'essai

Protocole 2

Les essais, à raison d'un essai par variété, ont été conduits en blocs complètement aléatoires comportant quatre blocs composés chacun de deux traitements (Ca, Si) en plus du deux témoin (eau clair) et témoin (Figure 7). Chaque bloc contient 4 caisses de 10 fruits.

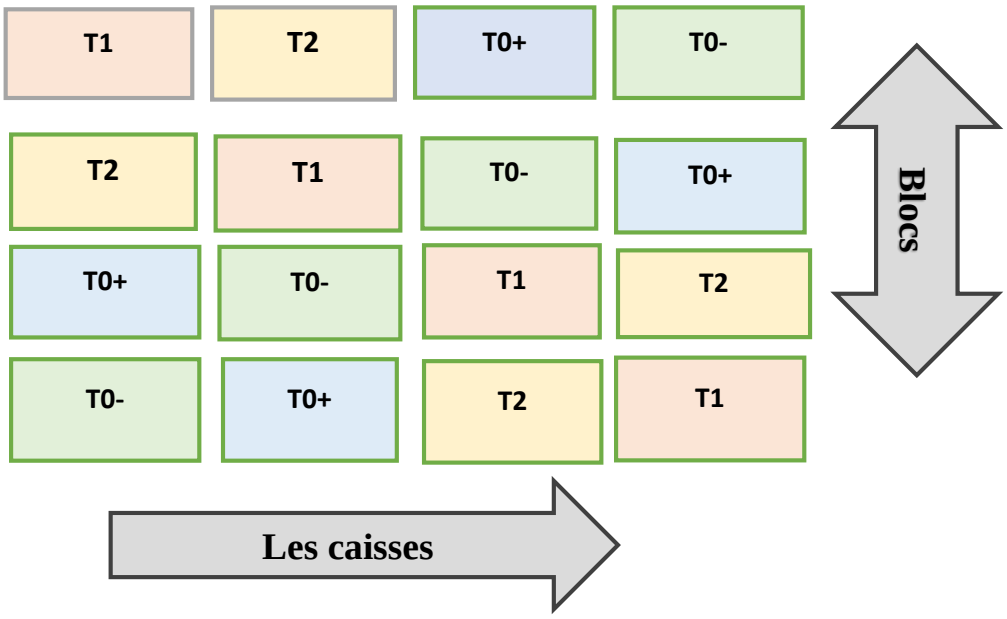


Figure 4 : Dispositif expérimental en blocs aléatoires complets de l'essai.

T1 : traitement de calcium

T2 : Traitement de silicium

T0+ : témoin (eau)

T0- : témoin

4. **Traitements appliqués**

Protocole 1

Les produits utilisés dans le cadre de cet essai sont le calcium, le silicium. Les traitements, réalisés consistent à pulvériser ces produits de façon à couvrir les feuilles et les fruits à l'aide d'un pulvérisateur à dos à raison de 1,5L/arbre. à raison de 5 applications, espacées de 10 jours, pour les variétés Red beauty, et royal zee .

Les doses utilisées pour les deux traitements :

Pour le calcium : STOPIT à 5 %

Pour silicium : SILIFORCE 5%

Tableau 1 : Nombre et dates des applications des traitements pour chaque variété

Variété	Traitement	Nombre d'application
ROYAL ZEE	Calcium	5
	Silicium	2
REED BEAUTY	Calcium	5
	Silicium	2

Figure 5 : Traitement des arbres par un pulvérisateur à dos

Protocole 2 :

Les essais par variété ont été conduits en blocs complètement aléatoires comportant quatre blocs composés chacun de deux traitements (calcium, Silicium) et eau .

Pour les variétés ROYAL ZEE et VANIA, nous avons trompé les caisses des fruits dans trois solutions différentes : solution d'eau claire, solution du Calcium et solution du Silicium.

Les doses utilisées :

solution d'eau claire	10 Litres
solution du Calcium	50CC /10 Litres d'eau
solution du Silicium	50CC /10 Litre d'eau

Apres avoir ressuyés, les fruits sont placés dans les caisses en cartonne (10 fruit par caisse) :

- 20 caisses de ROYAL ZEE à 25° C
- 20 caisses de R0YAL ZEE à 5°C
- 20 caisses de VANIA à 25°C
- 20 caisses de VANIA à 5°C

5. Paramètres mesurés

1. Fermeté

La fermeté d'un fruit est un critère liée à son stade de maturité, elle permet d'estimer le meilleur moment pour récolter et donne une indication quantifiée de la dureté ou de la tendreté d'un fruit. La fermeté dépend de la variété, de l'état de maturité du fruit, des conditions de culture et de conservation, et prend part à la structure et à la texture du fruit, autrement dit, aux agencements cellulaires (Duprat F, 1991), en utilisant un pénétromètre (figure 9).

2. Teneur en sucres

Au cours du développement d'un fruit, les sucres circulent des chloroplastes des feuilles vers le fruit et des éléments nutritifs tels que l'amidon se forment et se transforment en sucres lors de la progression du processus de maturation. Les études de Thompson et (Whittier, 1932) et (Moriguchi T, 1990), ont mis en évidence que le saccharose était le sucre majoritaire des fruits matures, et que les sucres réducteurs (fructose et glucose) avaient des teneurs plus grandes dans les fruits immatures. La teneur moyenne en sucres totaux varie très fortement selon les espèces et à l'intérieur de celles-ci selon les variétés. La réfractométrie est une

méthode d'analyse particulièrement adaptée aux fruits mûrs qui contiennent un taux significatif de sucre (fig 9).

3. L'acidité titrable

L'acidité titrable (AT) a été déterminée par la neutralisation des acides contenant dans le jus de prunier titré avec une solution de NaOH (0,1 N). Un volume de 10 ml de jus de prunier est mélangé avec 50 ml d'eau distillée. Pour déterminer la valeur de l'acidité titrable, on enregistre le volume de NaOH (0,1 N). Cette valeur est multipliée par le coefficient 0,67 (Figure9).

4. Taux de jus

En a mesurées le taux jus par deux méthodes :

- **Méthode 1**

  Humidité résiduelle est une application utilisée pour déterminer la durée optimale de séchage terminé les fruits doivent avoir une humidité résiduelle comprise entre 6 % à 12% et doivent avoir perdu jusqu'à 50% de leur poids.

- Méthode 2

Pour cette méthode, on prend 5 fruits par traitement, on les broies à l'aide d'une centrifugeuse. Le jus obtenu est pesé et on calcul pourcentage de jus dans ces fruits par la relation suivants :

(Poids jus/ Poids fruit) *100

5. Nombre de pourriture

chaque jour en compte le nombre de fruits pourris

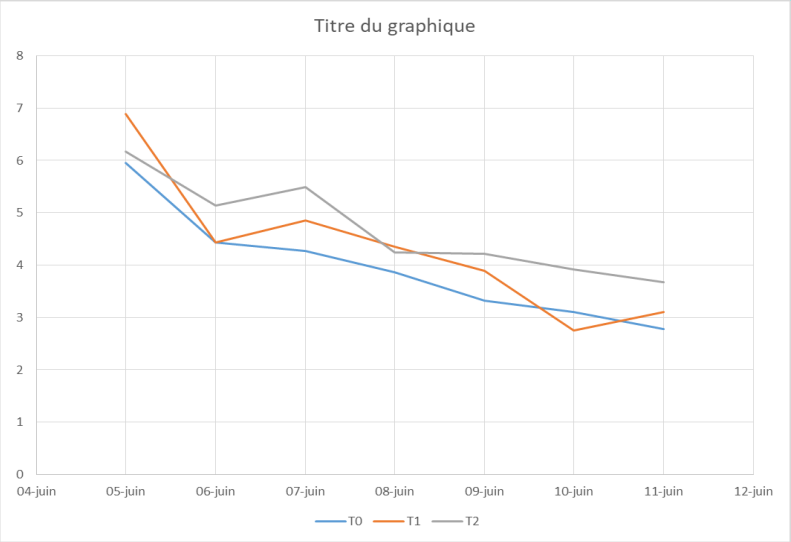
Figure 6 : Centrifugeuse, Pénétromètre, la burette, la balance, refractomètre

IV. RESULTAS ET DISCUSSION

Protocole 1

I. Effet des traitements sur les paramètres calculés

1. Acidité



T0 : témoin

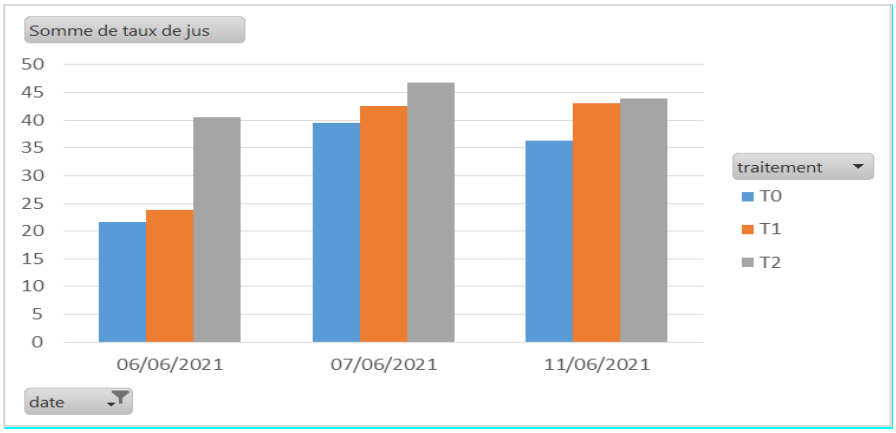
T1 : Traitement du calcium

T2 : traitement du silicium

Figure 7 : *effet du calcium et du silicium sur l'acidité* chez la variété RED BEAUTY

Le graphique illustre une diminution remarquable d'acidité à T0 par rapport aux autres fruits qui sont traités avec le calcium et silicium (fig7).

2. Taux de jus



T0 : témoin

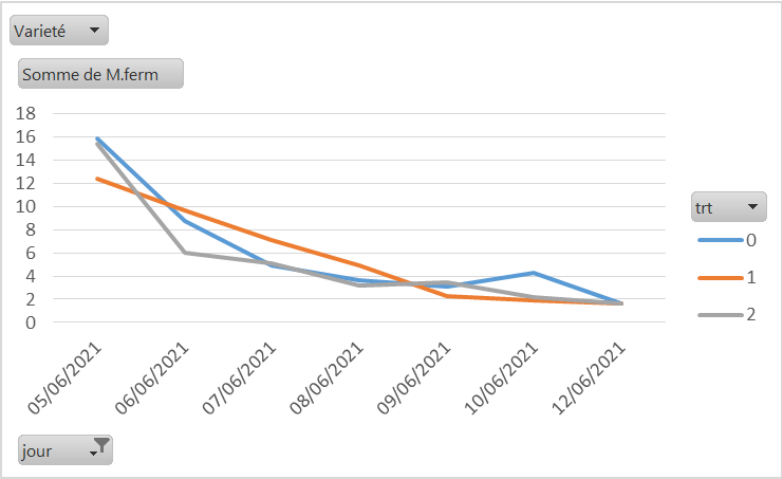
T1 : Traitement du calcium

T2 : traitement du silicium

Figure 8 : effet du calcium et du silicium sur le taux de jus de la variété RED BEAUTY

La figure ci-dessus montre une augmentation de taux de jus surtout pour les fruits traités avec le calcium et silicium. Donc nous constatons que les traitements ont un effet significatif sur le taux de jus.

3. Fermeté



T0 : témoin

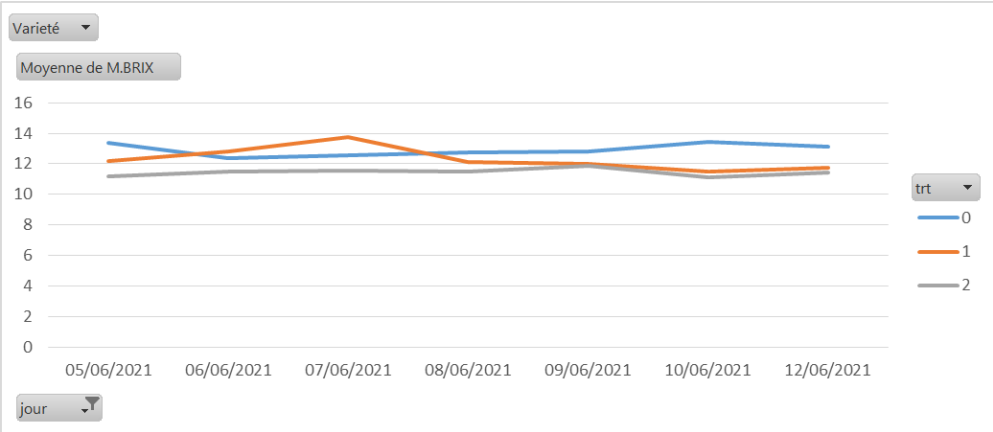
T1 : Traitement du calcium

T2 : traitement du silicium

Figure 9 : effet du calcium et du silicium sur la fermeté

D'après les analyses, on observe aucune différence significative entre les différents traitements

4. Taux de sucres



T0 : témoin

T1 : Traitement du calcium

T2 : traitement du silicium

Figure 10 : effet du calcium et silicium sur le taux de sucres

D'après le graphique ci-dessus nous constatons qu'il n'existe aucune différence significative entre les différents traitements sur le taux de sucres.

Protocole 2

I. Effet des traitements sur les paramètres calculés

1. Poids

T0+: témoin (eau clair)

T0- : Témoin

T1 : Traitement du calcium

T2 : traitement du silicium

- **ROYAL ZEE & VANIA**

ROYAL ZEE VANIA

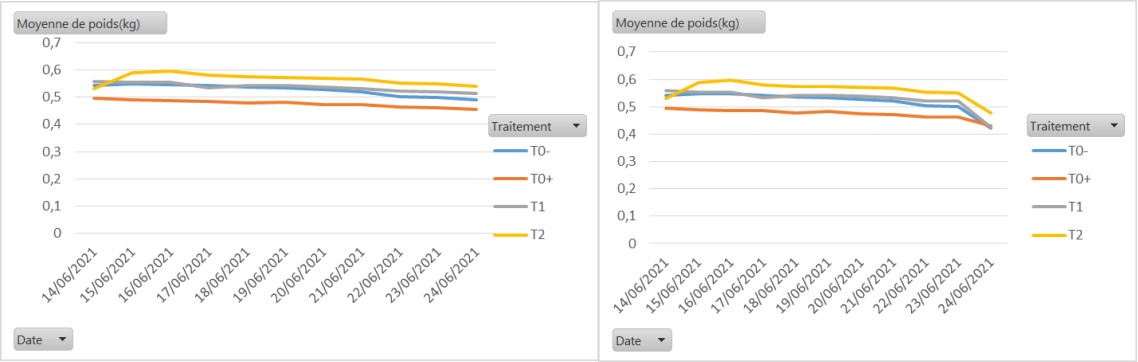
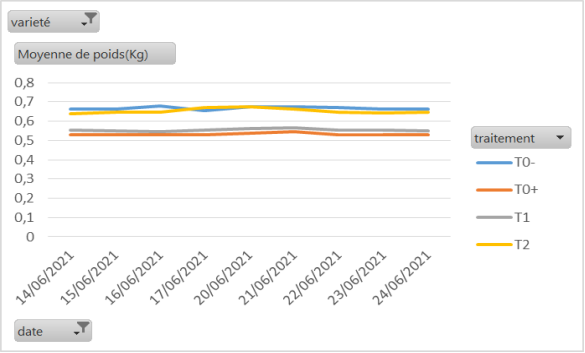


Figure 11: effet des traitements sur la perte de poids chez les deux variétés à 25°

D'après ces 2 graphes nous concluons qu'il n'y a pas de différence significative de perte poids entre les deux variétés. Ces résultats montrent que les traitements réagissent presque de la même façon sur la perte de poids chez les deux variétés aux mêmes températures 25°.



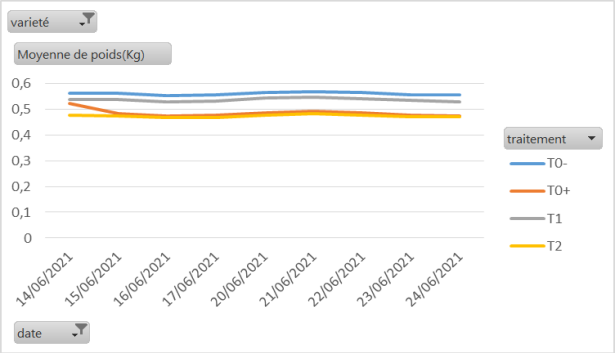
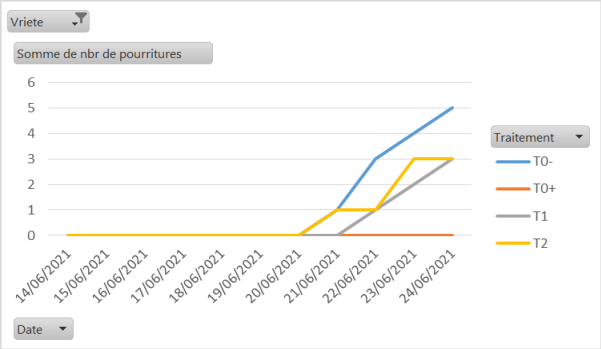


Figure 12 : effet du calcium et du silicium sur la perte de poids à 5°

A température 5° on constate que la diminution du poids est Quasi nulle (stable), ce qui fait le calcium et le silicium n'ont aucun impact sur la perte de poids.

2. Nombre de pourritures

ROYAL ZEE **VANIA**



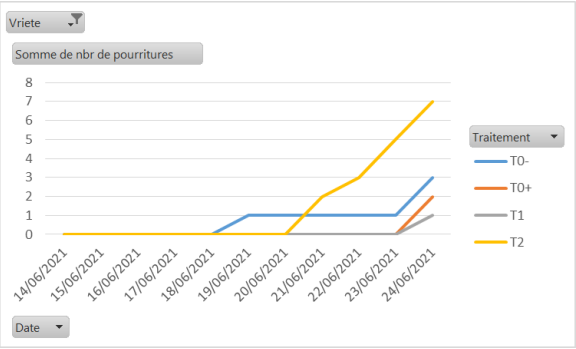


***Figure** 13 : Nombre des pourritures en fonction des traitements à 25°*

La figure ci-dessous représente le nombre des fruits pourris observé pendant 10 Jours à 25° en fonction des différents traitements pour les deux variétés :

ROYAL ZEE

Au niveau de T0- et T2 les pourritures sont observées au 7ème jour par rapport T1 au 8 jour par contre T0+ on trouve aucun fuit pourri. Le nombre des fruits pourris le plus élevé eté observé dans les fruits témoins (5 fruits) et dans les fruits traités avec le Si (T2) et le Ca (àT1)

avec 3 fruits pourris. Ces résultats montrent que l'apparition des pourritures et en relation avec les traitements.

VANIA

Au niveau de T0- les pourritures sont observé au 5eme jour mais pour T2 le 7eme jour par contre T1 et T0+ jusqu'à le 9eme jour, le nombre de pourritures changent de traitement à un autre, respectivement le pourcentage des pourritures le plus élevé été observé pour T2 et le moins pour T1.

A partir de ces résultats nous constatons que les pourritures apparaissent dans les fruits qui ne sont pas traités au calcium.

3. Acidité

VANIA ROYAL ZEE

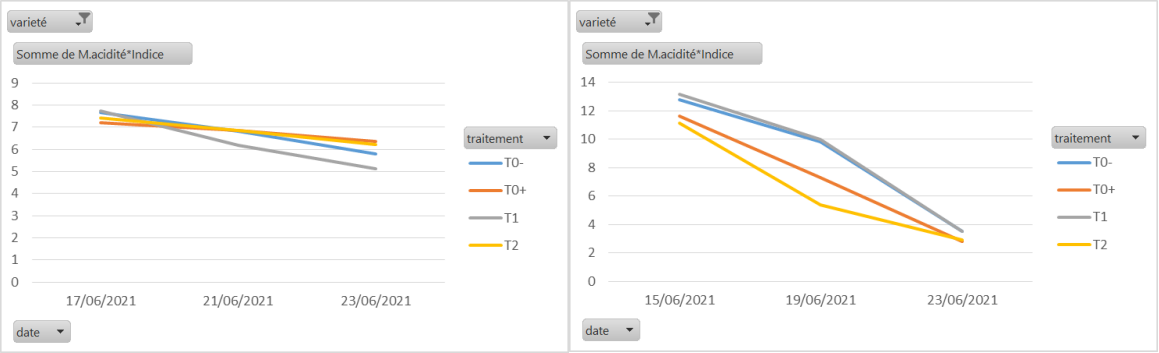
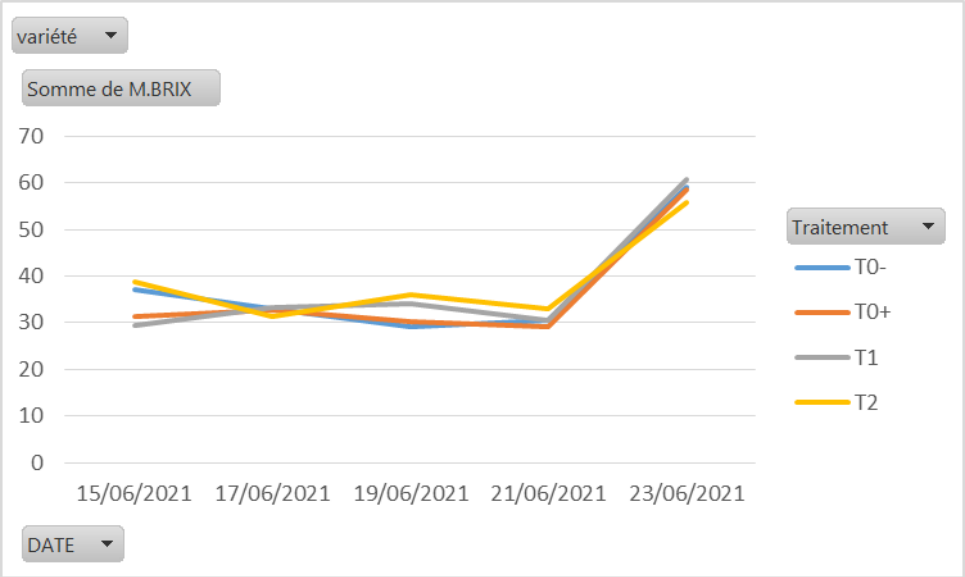


Figure 14 : effet des traitements sur acidité à 5°

D'après les graphes ci-dessus nous remarquons que acidité diminue, la diminution d'acidité chez la variété ROYAL ZEE est importante par rapport VANIA et ils changent d'un traitement à un autre. Même résultats obtenue à 25°.

4. Taux de sucre



T0+: témoin (eau clair)

T0- : Témoin

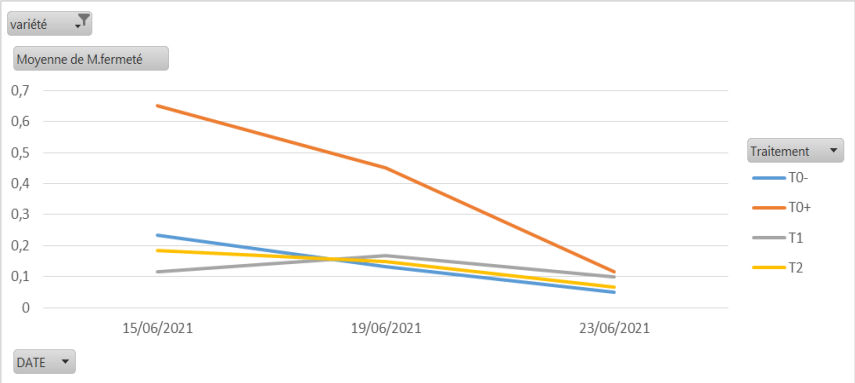
T1 : Traitement du calcium

T2 : traitement du silicium

Figure 15 : effet des traitements sur le taux de sucre pour VANIA et ROYAL ZEE à 25°

D'après cette figure nous constatons que le taux de sucre augmente mais n'a pas une déférence entre les traitements. Même résultats obtenue à 5°.

5. Fermeté



T0+: témoin (eau clair)

T0- : Témoin

T1 : Traitement du calcium

T2 : traitement du silicium

Figure 16 : effet des traitements sur la fermeté à 25° pour les deux variétés à 25°

D'après le graphe ci-dessus on observe que la fermeté diminue pour les deux variétés telles que T0+ marque une diminution rapide de fermeté par rapport aux autres traitements, nous constatons que les traitements ont un effet significatif sur la fermeté.

6. Conclusion

Au tout début de cette étude, nous avons assigné pour objectifs d'évaluer l'effet de deux produits Calcique Silicique sur les paramètres, de qualité et de conservation des fruits du prunier. Pour ce faire, on a eu recours à l'expérimentation sur le terrain, on conduisant des essais sur quatre variétés « RED BEAUTY», « ROYAL ZEE », « VANIA » et du prunier, dans le domaine LOUATA de la société Providence Verte, situé dans la région de Saïs.

Ce travail nous a permis de tirer des conclusions à propos de l'effet du calcium et de silicium sur les paramètres de croissance, qualité et l'aptitude à la conservation des fruits :

- Un effet significatif du calcium sur l'apparition des pourritures en post-récolte pour une durée de conservation de 10 jours pour les 2 variétés à l'air ambiant.
- Un effet significatif de calcique chez ROYAL ZEE, VANIA et RED BEAUTY Sur la teneur en sucres solubles et l'acidité. On a assisté à une augmentation de la teneur en sucres des fruits traités et une diminution de l'acidité titrable.
- Un effet significatif du calcium sur le taux de jus. On a assisté à une augmentation de taux de jus pour variété RED BEAUTY
- Les applications foliaires du calcium et silicium ont affecté significativement les paramètres de qualité notamment acidité, fermeté et acidité. Meilleurs résultats ont été observés chez le traitement à base de calcium.
- La différence entre application foliaire et immersion. C'est que immersion a des résultats plus significatifs que application foliaire sur les paramètres de qualité.
- Nous concluons que Le calcium est considéré comme l'élément le plus important de la qualité des fruits, quand il est en quantité suffisante, il aide à maintenir la fermeté des fruits, et diminue l'incidence des troubles physiologiques.

Références

AL, H. e. (2005). Soil fertility and fertilizers an introduction to nutrient management 7th ed. *Pearson education inc., upper saddle river, nj.*

Benttayeb. (1993). Biologie des arbres fruitiers. *Ed. Office des publications universitaires ben aknoun, alger*, 66.

Bretaudeau J., F. Y. (1991). Atlas d'arboriculture fruitière. *Volume3. Paris*.

Bretaudeau J., F. Y. (1991). Tailles et greffes de nos arbres fruitiers. *Baillère Paris*, 80-82.

Caillavet. (1991). Variétés anciennes de pruniers domestiques. *Ed. Inra. France*, 550-560.

Chafai, A. (2007). Fertilisation minérale des cultures. *Transfert de technologie en agriculture*, 156.

Dozier W.A. (1983). Rootstock influence on growth, yield, and survival of 'Loring' peach trees on an old peach site. *Journal of the American society for Horticultural science*.

Duprat F, R. F. (1991). De l'hétérogénéité des fruits. *Sci Alim*, 613-626.

E., S. c. (1999). Preharvest factors affecting postharvest texture. *Postharvest biology and* , 249-254.

FAO. (1juillet 2020). Le maroc est le 9eme producteur de prunes qu mondes . *Le Maroc que j'adore* .

Gautier. (1988). La culture fruitiere. 452.

Gautier M. (2001). La culture fruitière, les productions fruitières et l'agriculture d'aujourd'hui. 338-394.

Guiheneuf. (1998). Production fruitière. *Ed. Synthèse agricole*, 171.

Guyot L., G. P. (1966). les noms des arabes. *Presses Universitaires de France*.

Holb ij, B. B. (2012). Influence of preharvest calcium applications fruit . *Postharvest biol tech*, 29-36.

Lacroix, M. (2005). Nutrition en calcium, problèmes et prévention. *Laboratoire de diagnostic en phytoprotection, mapaq.* .

Lespinasse J.M., L. E. (2005). De la taille à la conduite des arbres fruitiers. *Ed, Rouergue.* , 110.

Marschner. (1900). Growth enhancement by silicon in cucumber plants dépends on imbalance on phosphorus and zinc supply. *Plant soil* , 211-219.

Moriguchi T, S. T. (1990). Seasonal fluctuations of some enzymes relating to sucrose and sorbitol metabolism in pech fruit. *J Amer Soc Horti Sci 115(2)*, 278-281.

Oukabli A. (2006). Les porte-greffes des arbres fruitiers adaptés aux conditions. *ransfert de technologie en agriculture*.

Whittier, T. F. (1932). Forms of sugar found in common fruits. *Proc Am Soc*, 16-22.