



Université Mohamed Khider de Biskra
Faculté des sciences de la nature et de la vie
Département de l'agronomie

MÉMOIRE DE MASTER

Filière : agronomie
Spécialité : production végétale
Réf. :

Présenté et soutenu par :
OUAMANE Mohamed

Thème :

Contribution à l'étude de la tomate cultivée avec le système aquaponique dans la région de Biskra

Jury

| | | | | |
|----|------------|-----|----------------------|------------|
| M. | ACHOURA A. | MCA | Université de Biskra | Président |
| M. | TARAI N. | PRF | Université de Biskra | Rapporteur |
| M. | BEN SMAIL. | MAA | Université de Biskra | Examineur |

Année universitaire : 2021 - 2022

REMERCIEMENTS

*Louange au Tout Puissant qui m'a donnée la force pour
réaliser ce travail.*

*Je tiens à exprimer mes sincères remerciements à mon
encadreur,*

Le Docteur TARAI Nacer

*aux nombreuses qualités humaines : sa compréhension; son
support scientifique; l'entière confiance qu'il m'a accordée.*

*C'est lui qui m'a appris à être moins élève et plus
autonome tout au long de cette recherche.*

SOMMAIRE

| | |
|--|-----------|
| Introduction générale | 1 |
| chapitre I : synthèse et bibliographie | |
| I Généralité sur la tomate : | 3 |
| 1. Origine et historique de la tomate : ----- | 3 |
| 2. Classification : ----- | 4 |
| 3. Description :----- | 4 |
| 4. Cycle phénologique de la tomate : ----- | 6 |
| La phase végétative :----- | 6 |
| La phase reproductive :----- | 7 |
| La phase de maturation----- | 7 |
| 5- culture de la tomate :----- | 7 |
| 5.1- Système de culture :----- | 7 |
| 5.1.1-Culture de pleins champs : ----- | 7 |
| 5.1.2- Culture protégée : ----- | 8 |
| 5.1.3- Culture hors-sol :----- | 9 |
| 6- Exigences de la culture :----- | 9 |
| 6.1- Exigences climatiques :----- | 9 |
| 6.1.1- Température : ----- | 9 |
| 6.1.2- Humidité relative : ----- | 9 |
| 6.1.3-Luminosité :----- | 9 |
| 6.2- Exigence pédologiques :----- | 9 |
| 6.2.1-Type de sol :----- | 9 |
| 6.2.2-Température du sol : ----- | 9 |
| 6.2.3- Humidité du sol : ----- | 10 |
| 6.2.4- PH du sol :----- | 10 |
| 6.3- Exigences hydriques :----- | 10 |
| 7- Importance économique de la culture de tomate :----- | 10 |

| | |
|---|-----------|
| 7.1- Dans le monde : | 10 |
| 7.2- En Algérie : | 11 |
| 7.3- A Biskra : | 11 |
| 8- Maladies et ravageurs de la tomate : | 12 |
| 8.1- Principales maladies : | 12 |
| 8.1.1- Maladies cryptogamiques : | 12 |
| 8.1.2- Ravageurs : | 14 |
| II Généralité sur la culture aquaponiques : | 14 |
| 1-Historique : | 14 |
| 1.1 Méthodes aquaponiques : | 15 |
| 1.1.1 Technique de film nutritif (NFT) : | 15 |
| 1.1.2 Radeau (DWC) : | 16 |
| 1.1.3 Lits remplis de médias : | 17 |
| 1.1.4 Les éléments qui composent le système aquaponique : | 18 |
| 1.1.4.1 L'azote : | 18 |
| 1.1.4.1.1 L'importance de l'azote en system d'aquaponie : | 19 |
| 1.1.4.1.2 Cycle de l'azote : | 19 |
| 1.1.4.1.3 Les bactéries dans le cycle de l'azote : | 19 |
| 1.1.4.1.4 Nitrites : | 20 |
| 1.1.4.1.5 Nitrates : | 20 |
| 1.1.4.2 Plantes : | 20 |
| 1.1.4.2.1 Gestion des cultures : | 21 |
| 1.1.4.2.2 Transplanter les jeunes plants dans l'unité aquaponique : | 21 |
| chapitre II : Matériel et méthodes | |
| 1- Objectif : | 23 |
| 2- Dispositif d'expérimentation : | 23 |
| 3- Matériels et Méthodes : | 23 |
| 3.1 Matériels utilisés : | 23 |
| 3.2. Méthodologie : | 23 |

| | |
|--|----|
| 3.2.1. Pré-germination : | 23 |
| 3.2.1.1.1. Transplantation des semences germées : | 24 |
| 3.2.1.1.2. Préparation avant transplantation : | 24 |
| 3.2.1.1.3. Substrat utilise : | 25 |
| 3.2.1.1.4. Repiquage sous serre : | 26 |
| 3.2.1.2. Mode de suive : | 27 |
| 3.2.1.3. Méthode de plantation : | 27 |
| 3.2.1.3.1. Densité de plantation : | 27 |
| 3.2.1.4. Travaux d'entretien : | 27 |
| 3.2.1.4.1. Irrigation : | 27 |
| 3.2.1.4.2. Protection de plants : | 27 |
| 3.2.1.4.3. L'aération de la serre : | 28 |
| 3.2.1.4.4. Désherbage : | 28 |
| 3.2.1.4.5. Binage : | 28 |

chapitre III: résultats et discussion

| | |
|---|----|
| 1- Développement de la tomate sous serre : | 30 |
| 1.1- Stade de ramification : | 30 |
| 1-2- Stade de floraison : | 31 |
| 1-3- Stade de fructification : | 33 |
| 1-4 Stade de fructification : | 33 |
| 1-5 Analyse factorielle multiple : | 35 |
| Conclusion générale | 37 |

LISTE DES TABLEAUX

| | |
|--|----|
| Tableau 01: Production en million de tonnes des principaux pays producteurs de la tomate dans le monde en 2017, (FAOSTAT, 2017) ----- | 10 |
| Tableau 02: Principales communes de la production de tomate au niveau de Biskra (2017), DSA Biskra (2021) ----- | 11 |
| Tableau 03 : Les différentes cultures sous serres avec la superficie plantée et la production obtenue dans wilaya de Biskra en 2017, (DAS Biskra, 2018) ----- | 11 |
| Tableau 04: Les différentes cultures en Multi chapelle avec la superficie plantée et la production obtenue dans wilaya de Biskra, (DAS Biskra, 2018) ----- | 12 |
| Tableau 05 : Principales maladies cryptogamiques de la tomate (Naika et al., 2005). | 13 |
| Tableau 06 : Principaux Ravageurs de la tomate, (Shankara et al. ,2005, GTZ1994) | 14 |
| Tableau 07 : Principaux avantages et inconvénients ----- | 16 |
| Tableau 08 : Les avantages et inconvénients ----- | 17 |
| Tableau 09 : Les avantages et inconvénients de types lit remplis de médias. ----- | 18 |
| Tableau 10: Préparation avant transplantation de plants de piment ----- | 25 |

LISTE DES FIGURES

| | |
|--|----|
| Figure 1: Répartition de la tomate à l'échelle internationale (Gallais et Bannerot, 1992), (Echelle 1/212 600000) ----- | 3 |
| Figure 2:Tige et feuille de la tomate (photo originale, 2022) ----- | 5 |
| Figure 3: Fleurs de la tomate (original ,2022) ----- | 5 |
| Figure 4: Fruits de la tomate (photo originale, 2022). ----- | 6 |
| Figure 5: Cycle de développement de la tomate (Anonyme, 2016). ----- | 7 |
| Figure 6: La culture de la tomate en plein champ (Aouadi, 2016) ----- | 8 |
| Figure 7: Culture de la tomate protégée ou sous serres (Jimi, 2019) ----- | 8 |
| Figure 8 : Méthode NFT : ----- | 15 |
| Figure 9: Image qui s'implique la méthode de radeaux ----- | 17 |
| Figure 10 : Méthode de lits remplis de la production ----- | 18 |
| Figure 11 : Cycle de l'azote dans le système ----- | 19 |
| Figure 12 : Équations de transformation de l'ammoniac en nitrite puis en nitrate - | 20 |
| Figure 13 : Serre polycarbonate contrôlée, Université de Biskra. (Original, 2022) - | 23 |
| Figure 14 : Plantation de semences de tomate dans un milieu contrôlé ----- | 24 |
| Figure 15 : Transplantation des semences germées dans des planques alvéolées (originale, 2022). ----- | 24 |
| Figure 16 : Sacs de fibre de coco utilisés durant l'expérimentation ----- | 26 |
| Figure 17 : L'aération de la serre. (Originale, 2022) ----- | 28 |
| Figure 18 : Variation de la longueur de la tomate irriguée avec le système aquaponique ----- | 30 |
| Figure 19 : Stade de ramification de la tomate (Originale, 2022) ----- | 31 |
| Figure 20 : Nbr de fleurs de tomate irriguée avec le système aquaponique ----- | 32 |
| Figure 21 : Nb des fruits par plants de tomate durant chaque observation ----- | 33 |
| Figure 22 : Nombre de fruits de piment irrigué par l'eau du bassin d'élevage comptés durant les quatre observations ----- | 34 |
| Figure 23 : Analyse de correspondance multiple ACM, entre variables, Taille, fleur, fruit, Tmax C°, Tmin C° et H%. ----- | 35 |

Introduction générale

Introduction générale

La tomate est parmi les cultures légumières les plus cultivées à l'échelle mondiale. Cette dernière occupe la première place dans la production maraîchère après la pomme de terre. En effet, elle est cultivée dans 170 pays. Par ailleurs, la production mondiale est augmentée à 141 millions de tonnes en 2009. (Viron, 2010).

En Algérie, la culture de la tomate occupe une place importante dans l'économie nationale. Plus de 33 000 ha sont consacrés chaque année à la tomate cultivée sous serre et en plein champs dont la production est de 11 millions de quintaux. Alors que, le rendement moyen est d'environ 311 Kg/ha. (MADER, 2012)

Il existe une variation de production de la tomate chaque année. Ceci est en relation avec les conditions climatiques, maladies, ravageurs et parasites. Il faut dire que la production est différente d'une région à l'autre à cause de la nature du sol.

La nutrition minérale est l'un des facteurs importants dans la limitation du rendement de la tomate. La tomate est exigeante en macronutriments, Azote, potassium et calcium en quantités suffisantes.

Avec le développement technologique en irrigation et l'économie de l'eau et nutrition, la tomate s'adapte aux systèmes goutte à goutte sous serres et l'hydroponie. En plus, la production peut être améliorée grâce à la gestion climatique informatisée, irrigation automatisée et recyclage des solutions nutritives.

Ce modeste travail est consacré à l'étude de la production de tomate à l'aide d'un système hydroponique semi-automatique.

La thèse comporte deux parties, théorique et pratique, chaque partie est divisée en deux chapitres. La recherche bibliographique est une synthèse des travaux réalisés sur la tomate et système hydroponique à l'échelle nationale et internationale. Les matériels utilisés durant la période d'échantillonnage et résultats obtenus sont l'objet de la partie pratique.

Chapitre I
Synthèse bibliographique

I Généralité sur la tomate :

1. Origine et historique de la tomate :

La tomate est originaire de l'Amérique du sud. Cette dernière est introduite en Europe au 16ème siècle par les espagnols et reste du monde durant le XIXème siècle (Kolev,1976).

Aujourd'hui, la tomate est le deuxième légume, après la pomme de terre, le plus consommé au monde. Elles ont d'ailleurs, la même origine, celle des Andes Péruviennes où les Incas connaissaient la tomate à l'état sauvage, mais elle était surtout cultivée par les Aztèques qui en produisaient plusieurs espèces, de formes et de couleurs différentes. (Gallais et Bannerot, 1992). (Fig1).

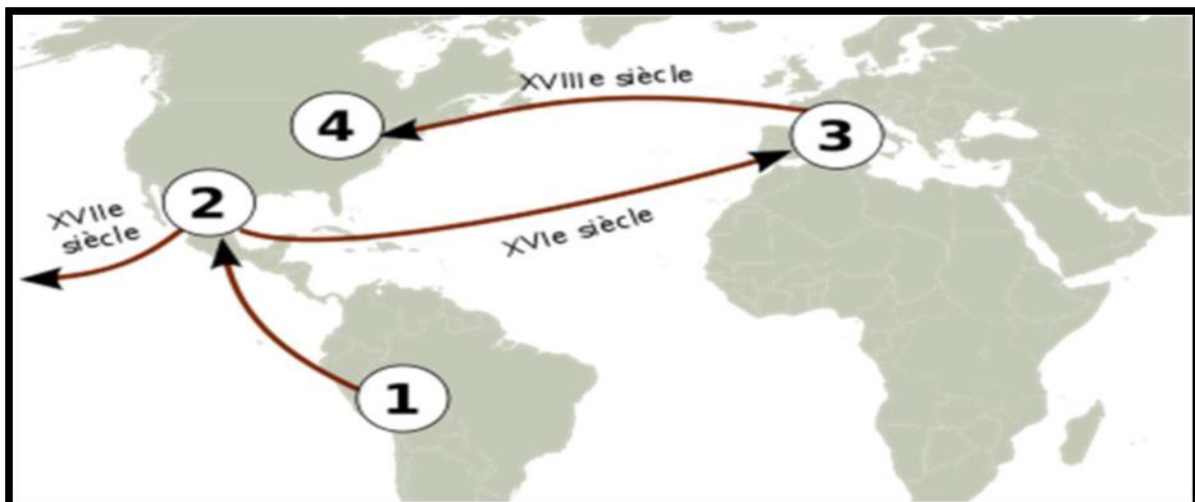


Figure 1: Répartition de la tomate à l'échelle internationale Gallais et Bannerot, 1992), (Echelle 1/212 600000)

1. Pérou : centre de diversification
2. Mexique : premier centre de domestication
3. Europe : deuxième centre de domestication
4. États-Unis : troisième centre de domestication

2. Classification :

D'après (Gallais A. et al., 1992). La classification de la tomate est comme suit :

Règne : Végétal

Sous-Règne : Cormophytes

Embranchement : Spermaphytes

Sous-Embranchement : Angiospermes

Classe : Gamopétales

Sous-Classe : Polemoniales

Famille : Solanaceae

Genre : *Lycopersicum*

Espèce : *Lycopersicon esculentum*

3. Description :

La tomate est une plante herbacée avec un système racinaire typiquement pivotant, avec de nombreuses racines secondaires, la plupart de celles-ci sont situées à une profondeur de 30 à 40cm. En sol de texture moyenne à légère, la longueur de ces organes est de 20, 75, 100 et 120cm respectivement après 2, 3, 4 et 5 semaines après plantation.

En effet, la tige est grosse, verdâtre et sarmenteuse, elle est en position décalée par rapport à l'aisselle des feuilles, l'apparition des bouquets à inflorescence est en grappes plus ou moins bifurquées portant un nombre de fleurs très variable compris entre 3 et 8 (Clause, 1987).

Les feuilles sont de couleur jaunâtre, alternes et composées et sont ailées à folioles ovales, dentées et odorantes. La pubescence est variable selon les variétés (Anonyme, 1998).



Figure 2: Tige et feuille de la tomate (photo originale, 2022)

Les fleurs sont hermaphrodites et groupées en bouquet de 03 à 08 fleurs, elles sont composées de 05 pétales, 05 sépales de couleur jaune vif, de 05 étamines et de 2 carpelles (Fig. 3). Les fruits



Figure 3: Fleurs de la tomate (original ,2022)

sont en forme de grosses baies charnues à placentation centrale. Ils sont rouges à maturité, à peau lisse et plus ou moins arrondis suivant les variétés Ceux-ci contenant des semences blanches, plates, rondes, à albumen charnu et à embryon

Dicotylédone compte de 2 à 3 grammes pour 1000 graines. Le nombre de graines dans un fruit varie de 50 à 350 graines (Clause, 1987).



Figure 4: Fruits de la tomate (photo originale, 2022).

4. Cycle phénologique de la tomate :

Le cycle de la tomate est de 3,5 à 4 mois du semis jusqu'à la dernière récolte (7 à 8 semaines de la graine à la fleur et de 7 à 9 semaines de la fleur au fruit) (Gallais et Bannerot, 1992).

Le cycle de développement de la tomate peut être décrit par trois grandes phases biologiques :

La phase végétative : qui correspond à la production phénologique exclusive d'organes végétatifs (feuilles et tiges) et elle est comprise entre la levée et l'apparition de la première inflorescence.

La phase reproductive : qui correspond à la période de production des fleurs et des fruits et qui démarre à la floraison pour s'achever à la fin de la culture.

La phase de maturation des fruits qui démarre sept à dix jours avant la récolte des premiers fruits et se termine à la récolte.

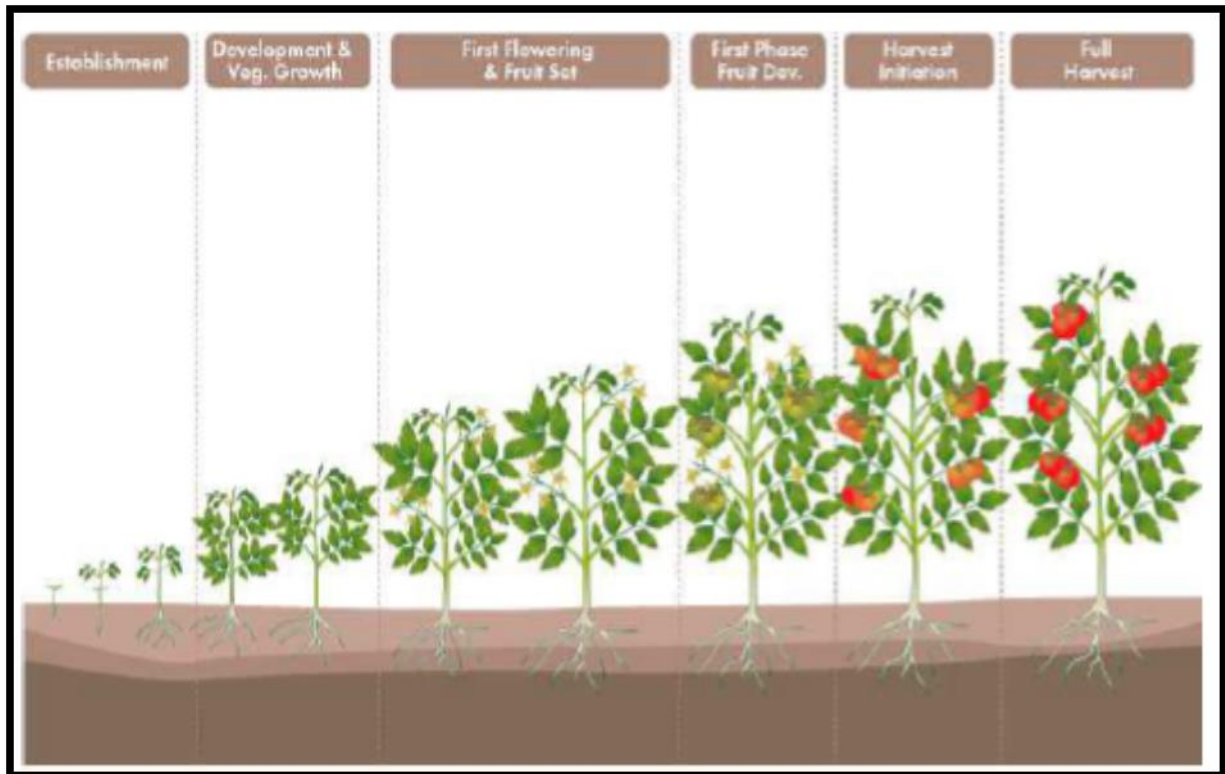


Figure 5: Cycle de développement de la tomate (Anonyme, 2016).

5- culture de la tomate :

5.1- Système de culture :

D'après Péron (2004), il existe deux systèmes de culture

5.1.1-Culture de pleins champs :

La culture de pleins champs encore appelée culture de saison, est réalisée à une période de l'année qui permet à la plante, à partir de sa mise en place dans le lieu de production considéré, d'arriver au stade où elle doit être récoltée pour être consommée, sans l'utilisation d'artifices de culture (Péron, 2004). (Aouadi, 2016).



Figure 6: La culture de la tomate en plein champ (Aouadi, 2016)

5.1.2- Culture protégée :

La culture protégée (abritée) fait appel à l'utilisation de matériaux de couvertures des plantes durant la totalité ou une partie de la culture et, éventuellement à l'utilisation de chaleur artificielle. Les cultures sous bâches à plat, sous petits tunnels, en grands tunnels, en bi tunnels ou en abris multi chapelle à couverture plastique ainsi qu'en serre, constituent l'ensemble des



Figure 7: Culture de la tomate protégée ou sous serres (Jimi, 2019)

cultures protégées. (Polese,2007).

5.1.3- Culture hors-sol :

Selon (Polese,2007). La culture hors sol comme des « cultures de végétaux effectuant leur cycle complet de production sans que leur système racinaire ait été en contact avec leur environnement naturel, le sol »

6- Exigences de la culture :

6.1- Exigences climatiques :

6.1.1- Température :

La tomate est une plante exigeante en chaleur durant toute sa végétation. La température optimale est 18-25°C pendant la journée et 15-16°C pendant la nuit, au-dessous de 15°C, la formation des organes florales et la floraison s'arrêtent. A une température au-dessous de 10°C, c'est la végétation qui s'arrête (Lambert, 2006).

6.1.2- Humidité relative :

L'humidité de l'air est un facteur important qui conditionne le bon développement de la culture de tomate. Une humidité de 60% à 65% convient à tous les stades de développement (Chibane, 1999).

6.1.3-Luminosité :

La lumière intervient sur la croissance et la fructification de la tomate par sa durée, son intensité et sa qualité. 1200 heures d'insolation sont nécessaires pendant les 6 mois de végétation. Un éclairage de 14 heures par jour est nécessaire pour une bonne nouaison. Toute fois la photopériode ne doit pas dépasser 18 heures par jour ((Naika et *al.*, 2005).

6.2- Exigence pédologiques :

6.2.1-Type de sol :

La Tomate se cultive dans presque tous les sols, depuis les terrains d'alluvions jusqu'aux terres argileuses les plus lourdes. Cependant nous dirons que les sols légers, perméables, meubles et riches en humus lui conviennent particulièrement bien (Lambert, 2006).

6.2.2-Température du sol :

L'obtention d'une bonne production précoce nécessite un sol à une température minimale de 15 °C (Elmhirst, 2006).

6.2.3- Humidité du sol :

Les exigences de la tomate en humidité du sol sont très grandes pendant toute la végétation. Cela peut s'expliquer par la capacité potentielle de l'espèce *Lycopersicon Esculentum* à développer dans une période relativement courte, une très grande masse végétative et un très grand nombre de fleurs et de fruits (Elmhirst, 2006).

6.2.4- PH du sol :

Selon Chauv et Foury (1994), la tomate est très tolérante en pH. Le meilleur équilibre nutritionnel étant assuré entre 6.0 et 7.0.

6.3- Exigences hydriques :

Selon Chauv et Foury (1994), l'hygrométrie durant la phase végétative doit être maintenue à 70-80% au-delà de cette humidité, cas assez fréquent dans les abris plastiques, les risques des maladies cryptogamiques augmentent.

7- Importance économique de la culture de tomate :**7.1- Dans le monde :**

La tomate occupe une place très importante dans l'agriculture mondiale. Elle est cultivée dans presque tous les pays du monde ; sa production est répartie dans toutes les zones climatiques, y compris dans des régions relativement froides grâce au développement des cultures sous abri, la Chine est en première position avec une production de 52,86 millions de tonnes, suivie des Etats Unies pour 14,20 millions de tonnes, et en troisième rang vient l'Inde avec 11,97 millions de tonnes produites (Tab.01) (Badaoui,2018)

Tableau 01: Production en million de tonnes des principaux pays producteurs de la tomate dans le monde en 2017, (FAOSTAT, 2017)

| Position | Pays | Production (tonnes) |
|----------|-------------|---------------------|
| 1 | Chine | 50664255 |
| 2 | Inde | 18227000 |
| 3 | Etats Unies | 12574550 |
| 4 | Turquie | 11820000 |
| 5 | Egypte | 8533803 |
| 9 | Espagne | 3683600 |
| 16 | Maroc | 1293319 |
| 24 | Hollande | 855000 |

7.2- En Algérie :

La production nationale de la tomate fraîche s'est établie à 13,72 millions de quintaux (qx) durant la campagne 2017 Le rendement a été de 428 qx/hectare pour la tomate plein champ, et 1.225 qx/hectare pour la tomate sous serre.

Les plus grandes wilayas productrices de la tomate fraîche sont Biskra avec une production de 2,33 millions de qx, Mostaganem avec une production de 1,33 million de qx, Tipaza avec 1,04 million de qx et Ain Defla avec 728.250 qx. (MADR, 2017).

7.3- A Biskra :

Selon les statistiques de la DSA de Biskra en 2017, on distingue que la culture de tomate occupe une place très importante dans la production maraîchère sur plan superficie et par conséquent sur la production. (Tab.02-03-04)

Tableau 02:Principales communes de la production de tomate au niveau de Biskra (2017), DSA Biskra (2021)

| Commune | M'ziraa | AinNaga | L'grous | Doucen |
|-----------------|---------|---------|---------|--------|
| Surface (ha) | 370 | 370 | 150 | 175 |
| Production (Qx) | 545900 | 878065 | 219500 | 226000 |

Tableau03 :Les différentes cultures sous serres avec la superficie plantée et la production obtenue dans wilaya de Biskra en 2017, (DAS Biskra, 2018)

| Espèce | Superficie Plantée (Ha) | Production obtenue (Qx) | Rendement (Q/Ha) | Nombre du serre |
|----------------------------|-------------------------------|-------------------------------|------------------|-----------------|
| Tomate | 2125 | 2 977 750 | 1401 | 53 123 |
| Piment | 1394 | 995 400 | 714 | 34 848 |
| Poivron | 923 | 640 600 | 694 | 23 087 |
| Courgette | 297 | 227 200 | 765 | 7 437 |
| Concombre | 311 | 279 950 | 900 | 7 778 |
| Aubergine | 450 | 299 500 | 666 | 11 261 |
| Melon | 880 | 335 950 | 381 | 22 000 |
| Pastèque | 260 | 91 650 | 352 | 6 500 |
| Total mise en place | 6641 | 5 848 000 | - | 166 034 |

Tableau 04: Les différentes cultures en Multi chapelle avec la superficie plantée et la production obtenue dans wilaya de Biskra, (DAS Biskra, 2018)

| Espèce | Superficie plantée (Ha) | Production obtenue (Qx) | Rendement (Qx/Ha) (Prévu) |
|----------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------|
| Tomate | 333 | 632 300 | 1898 |
| Piment | 137 | 168 500 | 1230 |
| Poivron | 117 | 142 300 | 1216 |
| Courgette | 7 | 6 350 | 907 |
| Aubergine | 46 | 25 900 | 563 |
| Melon | 125 | 75 500 | 604 |
| total mise en place | 765 | 1 050 850 | / |

8- Maladies et ravageurs de la tomate :

La culture de tomate peut être affectées par diverses attaques de ravageurs (insectes ; Acariens et nématodes) et de maladies cryptogamiques ; bactériennes ; virales et physiologiques.

8.1- Principales maladies :

8.1.1- Maladies cryptogamiques :

Les principales maladies de la tomate sont mentionnées dans le tableau suivant ;

Tableau 05 : Principales maladies cryptogamiques de la tomate (Naika et al., 2005).

| | Maladies | Symptômes et dégâts | Moyens de lutte |
|-------------------------|---|---|---|
| Maladies cryptogamiques | | | |
| | Alternariose | Des tâches noirâtres sur les feuilles. Des tâches chancreuses sur les tiges. Des nécroses sur fruits | Utilisation des variétés résistantes. Rotation culturale. Traitement chimique |
| | Oïdium | Apparition de tâches jaunâtres sur les feuilles | Assure une bonne aération de serres. |
| | Mildiou | Apparition de tâches Jaunâtres qui brunissent Rapidement. | Éviter les excès d'azote et d'eau. Une bonne aération aussi. |
| Maladies bactériennes | Chancre bactérien | Flétrissement unilatéral sur feuilles. Des coupes longitudinales sur tige et pétioles montrent des stries brunâtres. | Eviter les terrains Infestés Aération convenable des serres. Éviter l'apport excessif d'azote Éviter les excès d'eau. Appliquer des fongicides à base de cuivre. Variétés résistantes Éliminer les plants malades |
| Maladies Virales | Virose apicale – Tomato Yellow Leaf Curl Virus (TYLCV) | Ralentissement de la croissance Jaunissement des folioles. Fruit petits et nombreux. | Lutte préventive contre le vecteur <i>Bemisia tabaci</i> Utiliser les plants sains. |
| Désordre physiologique | Nécrose apicale | Observations des tâches Brunâtres sur fruit qui se Nécrose par la suite. | Irrigation régulière Apport azotée à base de nitrate. Ebourgeonnage et effeuillage à temps. |
| | Tomate creuse | Fruits à forme triangulaire, avec loges vides et chair moins épaisse. | Fertilisation potassique avec une bonne maîtrise d'irrigation et bonne fermeture des abris pendant la nuit. |

8.1.2- Ravageurs :

Actuellement le ravageur de la tomate le plus connu est *Tuta absoluta* (Lepidoptera gelchiidae). Les ravageurs de la tomate sont classés selon leurs importance (Tab. 06)

Tableau 06 : Principaux Ravageurs de la tomate, (Shankara et al. ,2005, GTZ1994)

| Ravageurs | Dégâts | Moyens de lutte |
|---|---|---|
| La mouche blanche <i>Bemisia tabaci</i> | Transmission des virus | Décaler les dates de semis par rapport à la période d'activité de l'insecte. Arracher les mauvaises herbes qui peuvent héberger les insectes et les virus. |
| Nématodes <i>(Meloidogyne incognita).</i> | Formation de galles sur racines et perturbation de l'absorption racinaire. | -Désinfecter le sol. -Utiliser des variétés résistantes. |
| Mineuse de feuille de tomate (<i>Tuta absoluta</i>). | Mines sur feuille causées par la larve, pouvant évoluer jusqu'à une destruction complète des jeunes fruits verts. | Installation des filets insectifuges sur les ouvrants des multi-chapelles, entre les bâches plastiques des tunnels. |

II Généralité sur la culture aquaponiques :

1-Historique :

Les premières traces d'aquaponie domestique remontent toutefois à 1500 ans, en Asie et en Amérique du Sud, sous des formes beaucoup plus simples que celles utilisées aujourd'hui. A cette époque, les asiatiques élevaient leurs canards dans des cages au-dessus de leurs élevages de poissons, afin que les déchets des uns nourrissent les autres. L'eau enrichie des bassins servait ensuite à irriguer les cultures de riz. Au Pérou, les incas créaient des étangs à poissons avec des îles cultivables. Dans les régions de hauts plateaux, le climat est froid avec des étés pluvieux et des hivers secs et gelés. Les îlots de culture, gorgés d'eau enrichie d'excréments d'oiseaux attirés par ce milieu artificiel, offraient des rendements impossibles à atteindre autrement dans cette région. (Bouhenni et Chabani, 2018).

1.1 Méthodes aquaponiques :

Il existe trois principales méthodes aquaponiques émergentes dans l'industrie : la technique de film nutritif, le radeau, et le système de lits remplis de médias. Chacune de ces méthodes est basée sur une conception de système hydroponique, avec des adaptations pour le poisson et la filtration. **(Bouhenni et Chabani, 2018).**

1.1.1 Technique de film nutritif (NFT) :

Le principal avantage de la méthode NFT est que les racines des plantes sont exposées continuellement à des approvisionnements satisfaisants en eau potable, en oxygène et en



Figure 8 : Méthode NFT :

vitamines et minéraux. « L'eau riche en nutriments est pompée dans de petites gouttières fermées, l'eau qui coule dans la gouttière n'est qu'un film très mince. Les plantes s'assoient dans de petites coupelles en plastique permettant à leurs racines d'accéder à l'eau et d'absorber les nutriments. Le **NFT** ne conviennent vraiment qu'à certains types de plantes, généralement les légumes verts à feuilles, les plantes plus grandes ont des systèmes racinaires trop gros et trop invasifs ou deviennent trop lourds pour les gouttières légères » **(Bouhenni et Chabani, 2018).**

Principaux avantages et inconvénients

Tableau 7: Principaux avantages et inconvénients

| Avantages | Inconvénients |
|--|---|
| Forte économie en eau (fin film d'eau) | Circuits hydrauliques fin (risques de colmatage) |
| Irrigation et oxygénation homogène dans le temps | Espèces de plantes cultivables limitées |
| Facile à mettre en place | Faibles volumes d'eau, donc risques de fluctuations de PH et de température importantes |
| | Les plantes situées en bout de circuit peuvent avoir des carences en oxygène et en nutriments |
| | Nécessité d'ajouter des filtres (mécanique et biologique) |

1.1.2 Radeau (DWC) :

Dans un système de radeau (également connu sous le nom flotteur, canal profond et écoulement profond) travaille sur l'idée de plantes flottantes au-dessus de l'eau permettant aux racines de pendre dans l'eau. Cela peut être fait de plusieurs façons. **(Bouhenni et Chabani, 2018)**.

Les plantes sont cultivées sur des conseils de polystyrène (radeaux) qui flottent au-dessus de l'eau. Le plus souvent, ceci est dans un réservoir séparé de l'aquarium. L'eau s'écoule en continu de l'aquarium, à travers les composants de filtration, à travers le réservoir de radeau où les plantes sont cultivées et ensuite de retour à l'aquarium. **(Bouhenni et Chabani, 2018)**.

Dans un système commercial, les réservoirs de radeau peuvent couvrir de grandes zones, en utilisant au mieux l'espace au sol dans une serre. Les semis de plantes sont transplantés à une extrémité du réservoir du radeau. Les radeaux sont poussés vers l'avant à la surface de l'eau au fil du temps, puis les plantes matures sont récoltées à l'autre extrémité du radeau. Une fois qu'un radeau est récolté, il peut être replanté avec des semis et mis en place à l'extrémité opposée. L'optimisation de l'espace au sol, qui est particulièrement important dans une serre commerciale (Figure, 3). **(Bouhenni et Chabani, 2018)**.



Figure 9: Image qui s'implique la méthode de radeaux

- Les principaux avantages et inconvénients :

Tableau 8: Les avantages et inconvénients

| Les avantages | Les inconvénients |
|--|--|
| Grands volumes d'eau ; bon pour le maintien des paramètres physico-chimiques et pour l'accumulation de nutriments dans l'eau | Mise au point du système assez long |
| Stabilité des paramètres physico-chimiques de l'eau | Espèces de plantes cultivables limitées |
| Planification de production et logistique facile à mettre en place avec échelonnage des cultures | Consommations potentiellement d'avantage d'eau qu'en technique NFT et médias |
| Matériaux de culture « lowcost » | Besoins de tester des matériaux plus écologiques que le styrodur |
| Récolte aisée et rendements élevé | Nécessité d'ajouter des filtres (mécanique et biologique) |

1.1.3 Lits remplis de médias :

Le lit est périodiquement inondé d'eau provenant de l'aquarium. L'eau retourne ensuite à l'aquarium. Tous les déchets, y compris les solides, sont décomposés dans le lit de la plante. Parfois, les vers sont ajoutés au lit de plantes rempli de gravier pour améliorer la décomposition des déchets. Cette méthode utilise le moins de composants et aucune filtration supplémentaire, (figure, 8). (Bouhenni et Chabani, 2018).



Figure 10 : Méthode de lits remplis de la production

Avantages et inconvénients de types lit remplis de médias

Tableau 9: Les avantages et inconvénients de types lit remplis de médias.

| Avantages | Inconvénients |
|--|---|
| Agit en filtre mécanique et biologique | Irrigation et oxygénation homogène |
| Les médias servent de support pour les plantes | Les plantes situées en bout de circuit peuvent avoir des carences en oxygène et en nutriments |
| Choix de plantes à cultiver plus large | Accumulations importantes de composés solides |
| Forte économies en eau | Risques de formation de zones anaérobies |
| Récolte aisée et rendements élevé | Surcoût lié au transport des médias (gros volumes, poids important) |

1.1.4 Les éléments qui composent le système aquaponique :

1.1.4.1 L'azote :

Un système aquaponique est naturellement plein d'azote et des bactéries et vers aident à la dégradation des déchets des poissons en nitrates et nitrites qui peuvent être absorbés par les plantes. L'eau d'un système aquaponique est propre, n'est pas recyclée et tourne en circuit fermé [10]. Pour cette raison, l'azote est l'élément le plus important du système d'aquaponie. (HARLAUT in Chabani, 2018).

1.1.4.1.1 L'importance de l'azote en system d'aquaponie :

L'azote, est un des éléments constitutifs des protéines. Il est donc vital, pour tous les êtres vivants, aussi bien animaux que végétaux (FAO, 2014 ; Zhen, 2015).

Les engrais hydroponiques complets sont composés de 20% à 30% d'éléments azotés et sont responsables pour plus de 10% des coûts de production.

1.1.4.1.2 Cycle de l'azote :

Le cycle de l'azote d'un système aquaponique commence par le nourrissage des poissons. Au plus la nourriture est riche en protéines, au plus celle-ci contient de l'azote. Une partie des protéines consommées par les poissons est absorbée pour la croissance des poissons, le reste est rejeté par l'urine, sous forme d'ammonium. Cette forme de l'azote est ensuite consommée et transformée en nitrites par une première génération de bactéries, présente dans l'eau et concentrée dans le bio filtre. L'ammonium et les nitrites sont hautement toxiques à partir de basses concentrations pour les poissons (FAO, 2014 ; Zhen, 2015).

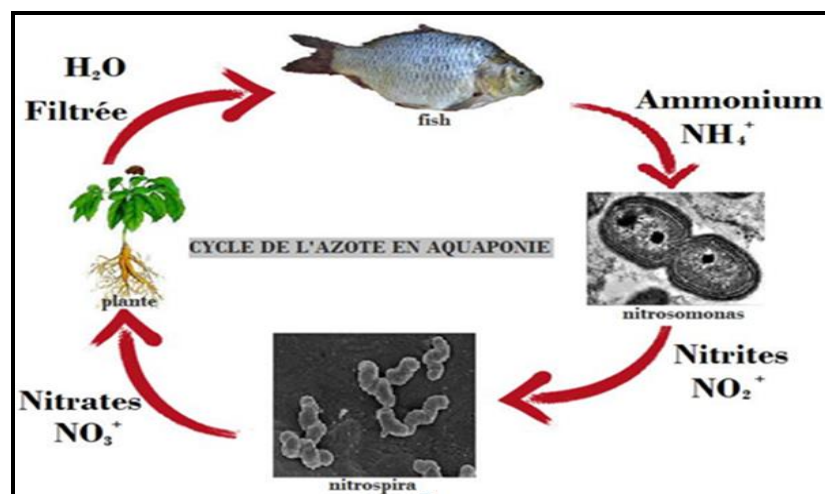


Figure 11 : Cycle de l'azote dans le système

1.1.4.1.3 Les bactéries dans le cycle de l'azote :

Le processus de conversion se déroule en deux étapes, chacune impliquant un groupe de bactéries spécifiques, tel qu'indiqué sur la. Par conséquent un bon établissement de ces deux types de colonies bactériennes est crucial pour la réussite de la production aquaponique. (Pierre HARLAUT, Bouhenni et Chabani, 2018).

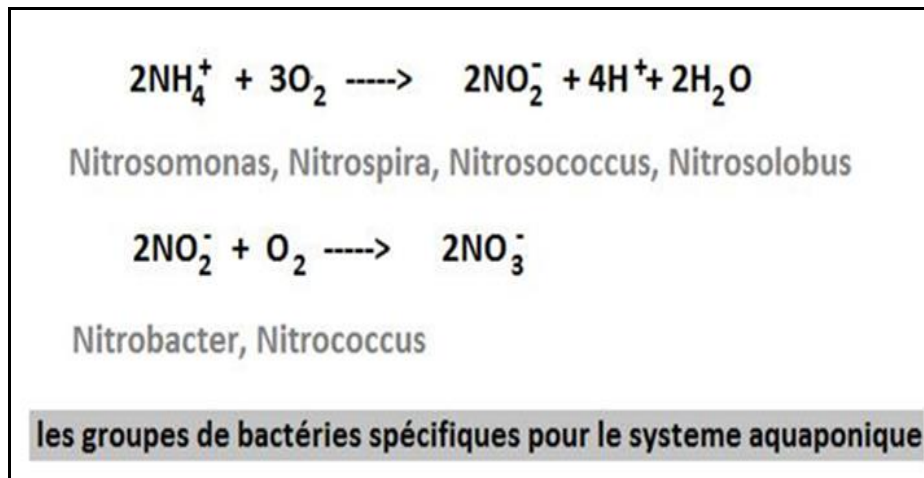


Figure 12 : Équations de transformation de l'ammoniac en nitrite puis en nitrate

1.1.4.1.4 Nitrites :

Les nitrites (NO₂) sont des sels de l'acide nitreux qui résultent de la réduction de l'ammoniaque par les nitrobactéries. Ces mêmes nitrites vont ensuite être transformés en nitrates par ces mêmes nitrobactéries.

1.1.4.1.5 Nitrates :

Les nitrates (NO₃) constituent le produit final essentiel du cycle de l'azote mais, à la différence de l'ammoniaque et des nitrites, ils ne commencent vraiment à être toxiques qu'à des concentrations relativement élevées et sur un plus long terme. Les poissons résistent mieux aux forts taux de nitrates qu'aux forts taux de nitrites, ce n'est pas pareil. Tout comme les questions de température ou de PH, la résistance des poissons face à une surcharge de nitrates est propre à l'espèce des poissons élevés (**Pierre HARLAUT, Bouhenni et Chabani, 2018**).

1.1.4.2 Plante :

Les jeunes plants peuvent être transférés dans les bacs ou rigoles de culture dès qu'il y a production de nitrates. Les premières plantes transplantées dans le système vont généralement se développer lentement du fait de la carence temporaire des nutriments apportés par l'eau. Cependant, une fois que la concentration en nutriments est établie et entretenue (après 1 à 3 mois de fonctionnement), le taux de croissance des plantes devient alors 2-3 fois plus rapide que dans un sol.

1.1.4.2.1 Gestion des cultures :

Les légumes sont la principale production d'un système aquaponique de petite échelle. Il est donc essentiel que seules les plantes saines et résistantes soient cultivées. (Figure 1.7).

1.1.4.2.2 Transplanter les jeunes plants dans l'unité aquaponique :

Transplanter (ou repiquer), dans une unité aquaponique, des jeunes plants qui ont germé dans un vrai sol n'est pas recommandé sauf si cela s'avère strictement nécessaire. Si c'est le cas, tout le sol retenu par les systèmes racinaires des jeunes plants doit être soigneusement retiré, car il peut contenir des agents pathogènes qui peuvent contaminer le système aquaponique. Le nettoyage des racines est très stressant pour les plantules et étant donné que le plant transféré doit se réadapter à un nouvel environnement, il est commun de perdre 4-5 jours de croissance (**Pierre HARLAUT, Bouhenni et Chabani, 2018**).

Chapitre II
Matériels et Méthodes

1- Objectif :

Le but de ce travail est l'étude de l'efficacité de système aquaponique sur le rendement de la tomate var. sahara en vue d'améliorer sa production en quantité et qualité.

2- Dispositif d'expérimentation :

Cette étude a été réalisée dans une serre contrôlée au niveau du département des sciences agronomiques, Université de Biskra.



Figure 13 : Serre polycarbonate contrôlée, Université de Biskra. (Original, 2022)

3- Matériels et Méthodes :**3.1 Matériels utilisés :**

Pour la germination des graines de tomate, il faut, des papiers filtres. La transplantation des plants est réalisée dans des pots avec un substrat composé de fibre de cocons. Trois variétés de piment choisis, une locale et deux variétés importées.

3.2. Méthodologie :**3.2.1. Pré-germination :**

La prégermination est la première opération effectuée. Elle à été réalisée le 12 décembre 2020 dans des boîtes de pétri sur un coton mouillé.



Figure 14 : Plantation de semences de tomate dans un milieu contrôlé

3.2.1.1.1. Transplantation des semences germées :

La deuxième opération est la transplantation des semences germées. Elle a été réalisée le 19 décembre 2020 dans des plaques alvéolaires contenant de la Turbe.

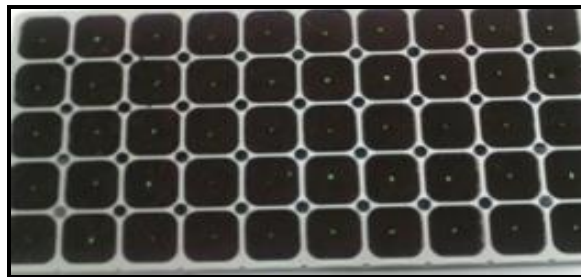


Figure 15 : Transplantation des semences germées dans des planques alvéolées (originale, 2022).

3.2.1.1.2. Préparation avant transplantation :

Les essais ont été réalisés durant la saison de 2020-2022, sur un dispositif en blocs complètement randomisés sur des pots (3) répétitions. Les doses de NPK (15-15-15) en quantité notamment suffisant. Le semis a été réalisé à des plaques alvéoles avec un substrat de tourbe le 10 octobre 2021 à Biskra. La transplantation est effectuée 35 jours après le semis le 25 novembre 2021. Le NPK (15-15-15) est apporté sous forme de fumure de fonds épandue avant la transplantation, puis refermés pour éviter l'évaporation de l'engrais dans l'air. (Tab. 10)

Tableau 10: Préparation avant transplantation de plants de piment

| | |
|--|--|
| <i>Préparation avant transplantation</i> | Installer les fibres des cocons |
| | Faire une imbibition de faibres |
| | Ajouter l'engrais NPK (15-15-15) comme une fumure de fond |
| Installation du goutte-à-goutte | Choisie le substrat pour éviter le bouchage des orifices car l'eau d'irrigation salée mélanger avec résidus des poissons. Mouillage des emplacements vérifier le bon fonctionnement |

3.2.1.1.3. Substrat utilise :

Le substrat utilisé durant la période d'échantillonnage est un mélange (1/3 fibre de noix de coco+1/3 sol+ 1/3 de tourbe noire). La tourbe noire d'origine allemande du nom commercial (KEKKILA). Cette dernière est caractérisée par une capacité de rétention importante et riches minéraux. Une quantité de 250 g de gravier de 5-8mm de diamètre a été placée au fond de chaque pot pour assurer un meilleur drainage.



Figure 16 : Sacs de fibre de coco utilisés durant l'expérimentation

3.2.1.1.4. Repiquage sous serre :

Le repiquage à été effectuée le 5 mars 2021 lorsque les plants sont devenus rigoureux. L'opération consiste à poser la motte de la plantule de Piment (stade 4 et 5 feuilles) directement dans le substrat, les recouvrir puis les irriguer pour avoir une bonne cohésion entre les racines et le substrat.

3.2.1.2. Mode de suivi :

Le suivi de la plantation est réalisé chaque 10 jours.

Durant chaque observation, des mesures de la tailles, nombres de fleurs, nouaisons et fleurs avortées sont calculées. Des analyses de l'eau à l'état normale et eau d'aquaponique sont réalisées aussi durant chaque observation. La température et humidité de la serre sont prélevées chaque jour.

3.2.1.3. Méthode de plantation :

3.2.1.3.1. Densité de plantation :

La densité de plantation en fonction des :

- Des caractéristiques de la variété choisie
- De l'objectif de la production.
- De l'époque de plantation (densité augmentée en relation avec la lumière)
- Type d'abri et système d'irrigation.

- **Dans les entre-rangs et Sur le rang :**

Disposition qui doit permettre un passage aisé. (Espace de 60 cm environ), 40 cm entre chaque plante.

3.2.1.4. Travaux d'entretien :

3.2.1.4.1. Irrigation :

L'irrigation est très importante en culture maraîchère et surtout après le repiquage, car elle permet une bonne reprise des plantules. Elle est effectuée tous les 2 à 3 jours.

3.2.1.4.2. Protection de plants :

- Contre les ravageurs : (insectes proove) : surélever les mottes, installer des pièges à phéromone.

- Contre les maladies :

Favoriser le ressuyage des mottes : arroser le matin ; utiliser de la perlite en mélange avec le terreau pour un bon drainage. Eviter d'arroser juste après un repiquage pour éviter le développement de Pythium.

3.2.1.4.3. L'aération de la serre :

L'aération de la serre se fait quotidiennement par l'ouverture des fenêtres et de la porte de la serre. Ces ouvertures ont pour but de diminuer les excès d'humidité et de chaleur qui représentent des conditions favorables du développement des Maladies cryptogamiques. Un filet a été placé au niveau de la porte et des fenêtres à cause des insectes.



Figure 17 : L'aération de la serre. (Originale, 2022)

3.2.1.4.4. Désherbage :

Cette opération est effectuée manuellement en arrachant les mauvaises herbes qui poussent autour des pieds de piment et gênent son développement.

3.2.1.4.5. Binage :

Le binage consiste à faire tourner le sol de façon irrégulière à l'aide d'un « piquet ». Dans le but d'aérer les sacs.

4. Exploitation statistique des résultats

Les données obtenues sont exploitées à l'aide de logiciel SPSS et Excel stat.

Le développement de la culture de la tomate en fonction de cycle végétatif depuis le stade ramification jusqu'à la récolte sont discutés.

Chapitre III
Résultats et discussion

1- Développement de la tomate sous serre :

1.1- Stade de ramification :

Les résultats obtenus, figure 17 et 18 représentent la croissance de la taille de plants de la tomate irrigués avec de l'eau du bassin d'élevage durant la période d'échantillonnage. En effet, La longueur maximale durant la 3^{ème} Observation est de 60 Cm. Alors que, le minimale est de 5 Cm.

Par ailleurs, la variabilité de la longueur de plants est marquée durant chaque observation. A partir de ces résultats en peut dire que l'eau du bassin d'élevage contribue à la croissance de la tomate.

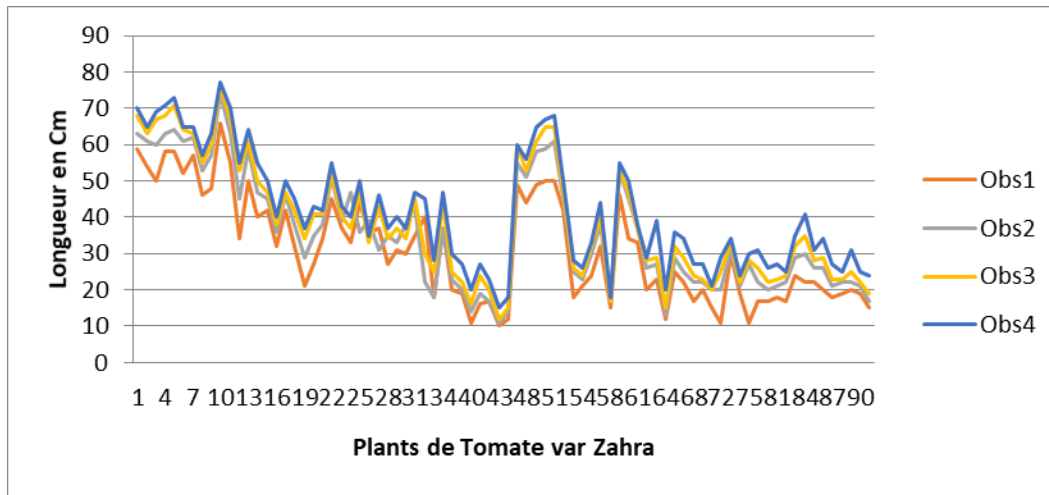


Figure 18 : Variation de la longueur de la tomate irriguée avec le système aquaponique



Figure 19 : Stade de ramification de la tomate (Originale, 2022)

1-2- Stade de floraison :

Les résultats obtenus Fig. 18, indiquent que le nombre de fleurs avec quartes observations différentes est de 23 fleurs/plante, et un nombre Min de 0 Fleurs/Plante pour la majorité de plants.

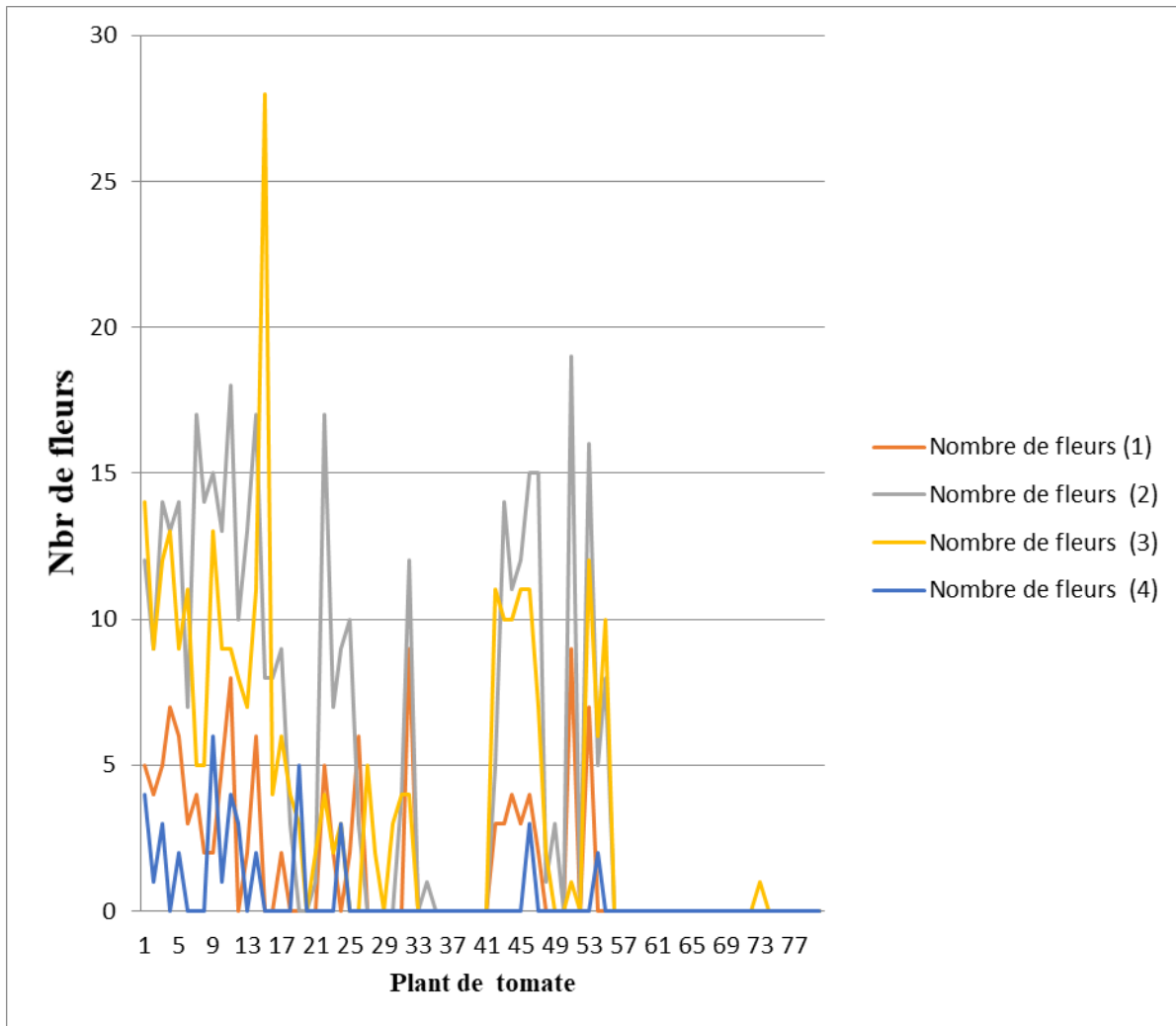


Figure 20 : Nbr de fleurs de tomate irriguée avec le système aquaponique

1-3- Stade de fructification :

La figure représente le nombre des fruits des plantes dans quatre observations, on a remarqué le nombre Max des fruits de la plante N° 30 dans le 4 Observation avec un nombre de 14 fruits/Plantes et un nombre Min des fruits de la majorité des plantes dans le 4 observation.

Eu dans cette période il y a un disfonctionnement de la serre contrôlée, la température élevée qui est affecté sur le stade de développement du piment.

La température influence la croissance et la fertilité de la plante ainsi que les dimensions du fruit qui ne peut se développer que sous des températures déterminées. Si les températures sont trop basses, le fruit est mince et pointu ; si elles sont élevées, le fruit est plus trapu

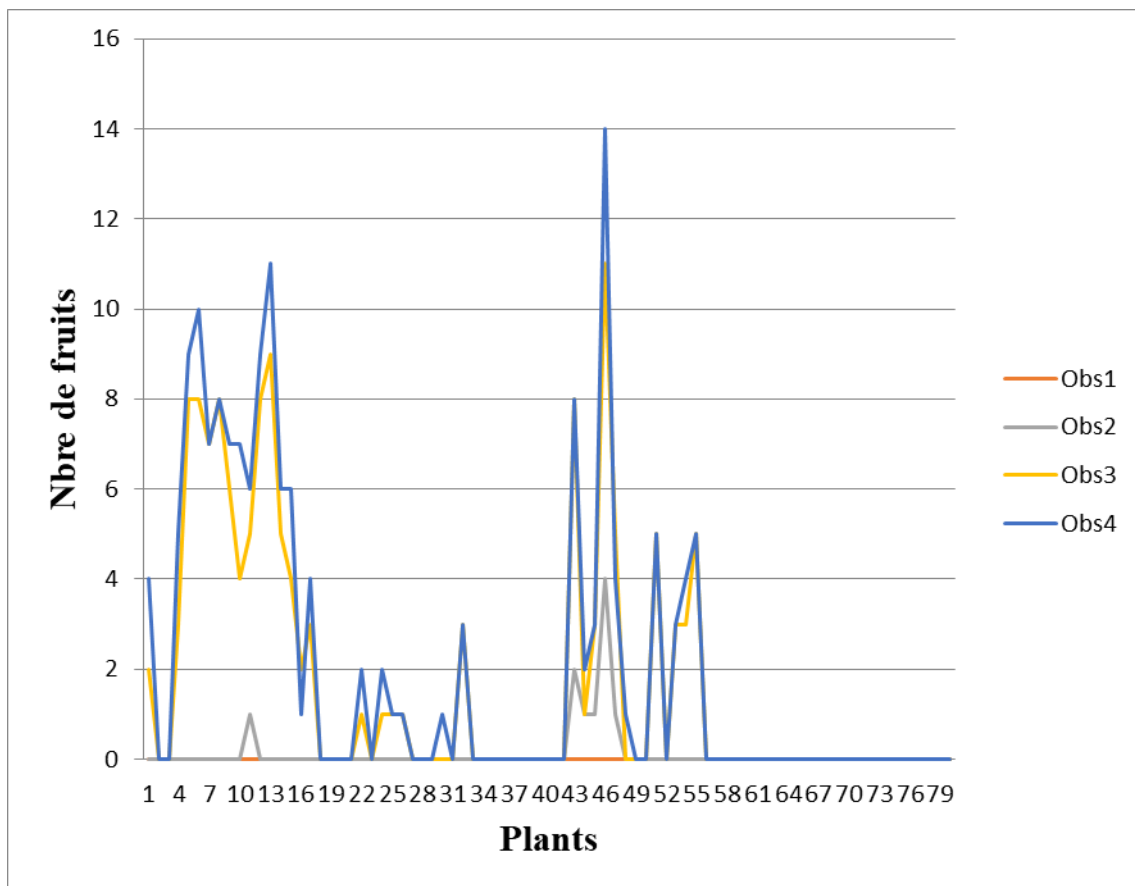


Figure 21 : Nb des fruits par plants de tomate durant chaque observation

(Ouamane, 2019).

1-4 Stade de fructification :

Le nombre de fruits comptés pour chaque plant de piment durant les quatre observations sont variables (Fig. 22). En effet, le nombre maximal de fruits est de 14 fruits/Plant. Alors que, l'effectif minimale est de deux fruits enregistrés durant les quatre observations.

Cette variation peut être liée par l'instabilité des facteurs climatiques, la température et humidité de la serre polycarbonate durant le stade de développement de piment.

La température influe sur la croissance et la fertilité de la plante ainsi que les dimensions de fruits . En effet, le piment est exigeant à la chaleur avec un degré bien déterminé. Si les températures sont trop basses, le fruit est mince et pointu ; si elles sont élevées, le fruit est plus trapu (Ouamane, 2019).

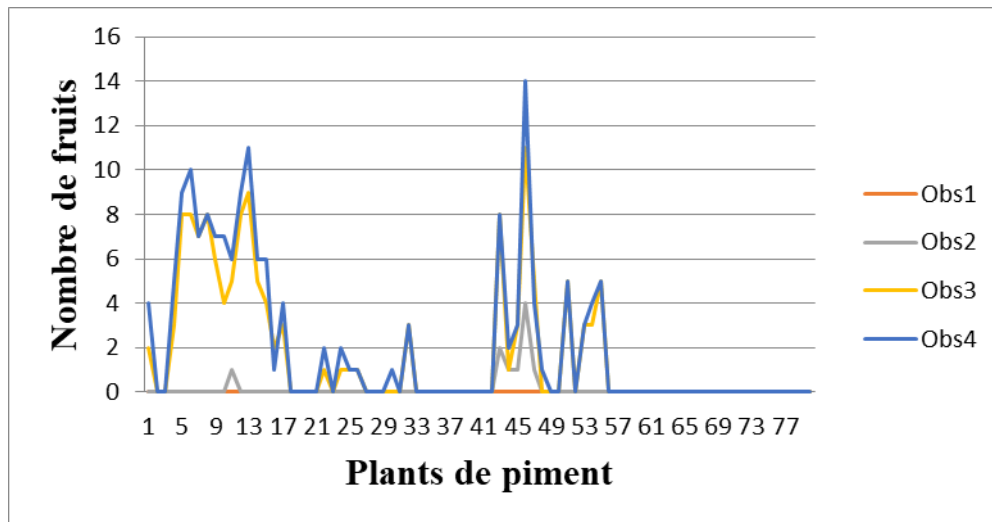


Figure 22 : Nombre de fruits de piment irrigué par l'eau du bassin d'élevage comptés durant les quatre observations

1-5 Analyse factorielle multiple :

Pour confirmer les résultats de **Ouamane, (2019)**, une analyse factorielle multiple a été réalisée, avec la combinaison de plusieurs variables, Humidité relative de l'air (H%), Température maximale (Tmax), Température minimale (Tmin), taille de piment, nombre de fleurs et nombre de fruits. (Fig.23)

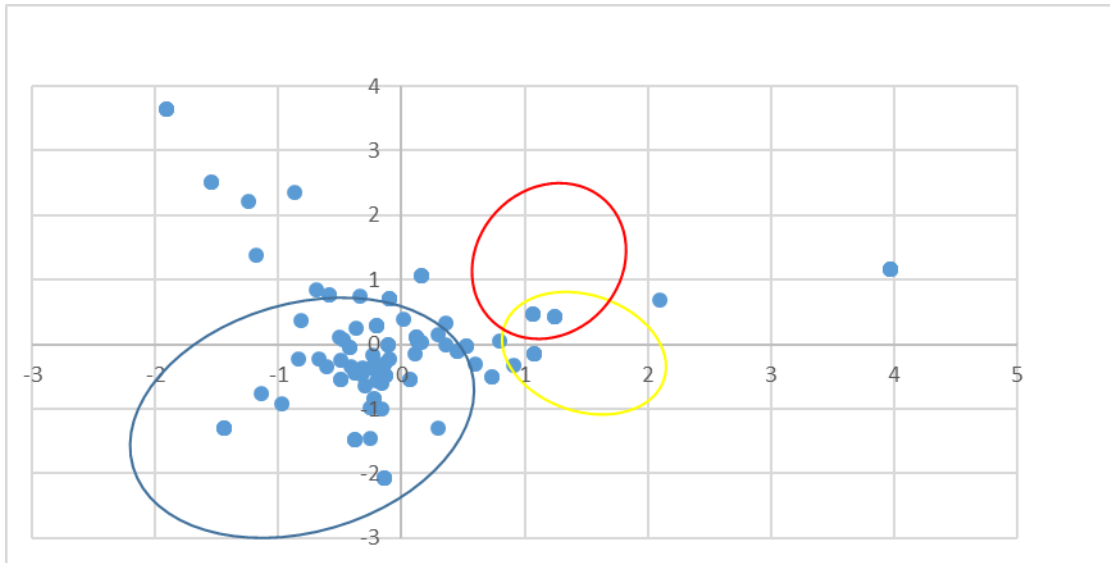


Figure 23 : Analyse de correspondance multiple ACM, entre variables, Taille, fleur, fruit, Tmax C°, Tmin C° et H%.

Les résultats obtenus (Fig.23) indiquent que l'humidité et la température maximale journalière (cercle bleu) influent sur la taille et fructification de piment sous serre polycarbonate. Alors que, la température minimale nocturne peut significative.

Conclusion générale

Conclusion générale

L'étude de la production de la tomate sous serre et plus spécialement la serre poycarbonate, Université de Biskra indique que, l'irrigation avec de système aquaponique contribue à la croissance de la tomate.

Il existe plusieurs facteurs qui provoque la croissance de la tomate notamment la Température et l'humidité. Ces deux facteurs influent sur la qualité de fruit qui devient rond. Par contre, la température élevée agit sur le calibre de fruit.

On outre, la température idéale durant la période de développement de la tomate est entre 25° à 45 °C avec une humidité de 66%.

Autant que, le piment est cultivé sous serre contrôlée dont la modification des facteurs climatiques contribue au stress de production, tels que ; le Calibre, la couleur et taille de fruit.

En peut conclure que le système aquaponique a des avantages sur la production à travers l'apport en aliments nutritifs assuré par l'eau d'irrigation. Ce dernier influe de manière positive sur la production.

Comme perspective, Il faut développer les techniques d'élevage pour assurer la production de poisson d'eau douce associée à la production horticole.

Référence bibliographique

1. **GGARWAL B.B, SHISHODIA S., 2006.** Molecular targets of dietary agents for prevention and therapy of cancer. *Biochem Pharmacol.*, 71 (10):1397-421.
2. **BERNIER P. D., BORVANO M., OUGASTA F., 2004.** Syndrome du côlon irritable. Manuel de nutrition clinique en ligne. Ordre professionnel des diététistes du Québec P12.
3. **BORGES R.M., 2001.** New Mexico State Université. [Consulté le 10 avril 2004]. www.chilepepperinstitute.org
4. **Bouchelta et al., 2005 in Hamza, 2010. in OUMANE SOUFIANE ; 2018-2019.** Enquête sur la culture de piment local dans la régions de Biskra : conduit et biodiversité ; mémoire master université Mohamed khieder - Biskra , 57p
5. **Bouhenni C, 2017-2018.** Réalisation d'une micro-ferme aquaponique et développement d'une application de gestion commerciale pour les projets d'aquaponie ; Mémoire de master ; université ; Abou bekr Belkaid – Tlemcen ; 101p
6. **CHING LS, MOHAMED S., 2001.** Alpha-tocopherol content in 62 edibles tropical plants. *J Agric Food Chemistry*, 49(6):3101-5.
7. **CRONQIST, 1981.** Alpha-tocopherol: roles in prevention and therapy of human disease. *Biomed Pharmacother.*
8. Direction des innovations et des systèmes d'information P75.
9. **DOUCET E, TREMBLAY A., 1997.** Food intake, energy balance and body weight control. *Nutrition*, 51(12):846-55.
10. **DSA 2021.**
11. **DSA, 2017.** Données statistiques. Document interne non publié.
12. **DSA, 2021.** Données statistiques. Document interne non publié.
13. **FAO, 2007.,** disponible sur: <http://Faostate.Fao.org> et <http://ecocrop.Fao.org>.
14. **FAO, 2014 ; Scott, 2002.**
15. **FAO, 2014 ; Zhen, et al., 2015.**
16. **FOURY C et PITRAT M., 2015 :** Histoires de légumes pour la science p200.
17. **GABRIEL M., 2010.** Diversité de rasionia *Solana cearum* au cameroun et bases genetiques de la resist ance chez le piment (*Capsicum annum*) et les solanacees. [Https//pastel](https://pastel).
18. **GERARD D. et FRANÇOIS C., 2009.** Petit Larousse des plantes médicinales P47.
19. **Graber & Junge, 2009 in Bouhenni C, 2017-2018.** Réalisation d'une micro-ferme aquaponique et développement d'une application de gestion commerciale pour les projets d'aquaponie ; Mémoire de master ; université ; Abou bekr Belkaid – Tlemcen ; 101p.
20. **GRUNWALD J. et CHRISTOF J., 2004.** Guide de la phytothérapie, département de

biologie. L'origine de l'agriculture P261.

21. **Hamza, 2010). In OUMANE SOUFIANE ; 2018-2019.** Enquête sur la culture de piment local dans les régions de Biskra : conduit et biodiversité ; mémoire master université Mohamed khieder - Biskra, 57p
22. **HOWARD L.R., TALCOTT ST., 2000.** Changes in phytochemical and antioxidant activity of selected pepper cultivars (*Capsicum species*) as influenced by maturity. J Agric Food Chemistry, 48(5) :1713-20.
23. **INDAF., 2005.** Institut des nutraceutiques et des aliments fonctionnels, Santé Canada. Fichier canadien sur les éléments nutritifs.
24. **ITCM., 2010.** Fiches techniques valorisées des maraîchères et industrielles.
25. **ITCMI (2010) in OUMANE SOUFIANE ; 2018-2019.** Enquête sur la culture de piment local dans les régions de Biskra : conduit et biodiversité ; mémoire master université Mohamed khieder - Biskra, 57p
26. **ITDAS 2021 ;** Les Analyses de l'eau normale et l'eau d'aquaponie.
27. Kolev (1976), **in OUMANE SOUFIANE ; 2018-2019.** Enquête sur la culture de piment local dans les régions de Biskra : conduit et biodiversité ; mémoire master université Mohamed khieder - Biskra, 57p
28. **L'ITCMI, (2010)**
29. **Lee et al., 2005 in Hamza, 2010, in OUMANE SOUFIANE ; 2018-2019.** Enquête sur la culture de piment local dans les régions de Biskra : conduit et biodiversité ; mémoire master université Mohamed khieder - Biskra, 57p
30. **LEPINE LACROIX G. ET BERNIER P., 2004.** Ulcère gastroduodéal. Manuel de nutrition clinique en ligne, Ordre professionnel des diététistes du Québec P63.
31. **LIM K., YOSHIOKA M., 1997.** Dietary red pepper ingestion increases carbohydrate oxidation at rest and during exercise in runners. Med Sci Sports Exerc., 29(3):355-61
32. **LUQMAN S, RIZVI SI., 2006.** Protection of lipide peroxidation and carbonyl formation in proteins by capsaicin in human erythrocytes subjected to oxidative stress. Phytother Res., 20(4):303-6.
33. **Marchoux et al. (2008), in OUMANE SOUFIANE ; 2018-2019.** Enquête sur la culture de piment local dans les régions de Biskra : conduit et biodiversité ; mémoire master université Mohamed khieder - Biskra, 57p
34. **MATERSKA M., PERUCKA I., 2005.** Antioxydant. J Agric Food Chem., 53(5) :1750-6.

35. **MIEAN K.H., MOHAMED S., 2001.** Flavonoid (myricetin, quercetin, kaempferol, luteolin, and apigenin) content of edible tropical plants. *J Agric Food Chem.*, 49(6):310612.
36. **MITRA S. K., SADHU M. K., BOSE T. K., 1990.** Nutrition of vegetable crops. Ed. Naya Prokash. Calcutta, India, pp 101 – 105.
37. **Ounada (1993)**, in **OUMANE SOUFIANE ;2018-2019.** Enquête sur la culture de piment local dans la régions de Biskra : conduit et biodiversité ; mémoire master université Mohamed khieder - Biskra, 57p
38. **POCHARD E., 1987.** Histoire du piment et recherche de l'appui au développement
39. **ROSS J.A., KASUM C.M., 2002** Dietary flavonoids : bioavailability, metabolic effects, and safety. *Annu Rev Nutr ; 22:19-34*
40. **S., 2003.** Tomates and cardiovascular health. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 43: 451-463.
41. **SCALBERT A., MANACH C., 2005** Dietary polyphenols and the prevention of diseases. *Crit Rev Food Sci Nutr.*, 45(4):287-306.
42. **SURH YJ., 2002.** Anti-tumor promoting potential of selected spice ingredients with antioxidative and anti-inflammatory activities: a short review. *Food Chem Toxicol.*,40(8):1091-7.
43. **Treftz & Omaye, 2015** in **Bouhenni C, 2017-2018.** Réalisation d'une micro-ferme aquaponique et développement d'une application de gestion commerciale pour les projets d'aquaponie ; Mémoire de master ; université ; Abou bekr Belkaid – Tlemcen ; 101p.
44. **WESTERTERP-PLANTENGA M.S., SMEETS A., LEJEUNE M.P., 2005.** Sensory and gastrointestinal satiety effects of capsaicin on food intake. *Int J. Obes.*, (6) :682-8.
45. **WILCOX J.K., C A T I G N A N I G.L. et LAZARUS**
46. **WILLCOX J.K., ASH S.L., CATIGNANI G.L., 2004.** Antioxidants and prevention of chronic disease. *Crit Rev Food Sci Nutr.*, 44(4):275-95.
47. **YOSHIOKA M., IMANAGA M., 2004.** Maximum tolerable dose of red pepper decreases fat intake independently of spicy sensation in the mouth. *Br. J. Nutr.*, 91(6):991-
48. **YOSHIOKA M., ST-PIERRE S., 1999.** Effects of red pepper on appetite and energy intake. *Br. J. Nutr.*, 82(2):115-23.