

Sommaire

Remercîments

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des photos

Introduction	1
Partie I :synthèse bibliographique	3
Chapitre1 : fonctionnement du hors sol:	3
Introduction :.....	3
1. L'étude du substrat utilisé dans l'exploitation :.....	3
2. Le réseau de fertigation :.....	4
2. 1. L'eau disponible :.....	4
2. 2. Canalisations :	4
3. La conduite des arrosages :	5
3. 1. La période d'arrosage :.....	5
3. 2. La dose d'arrosage :	5
3. 3. La fréquence d'arrosage :.....	6
4. Système de fertigation :.....	7
4. 1. Installation de tête :	7
a- La filtration :	7
b- Bacs :.....	7
4. 2. Distribution de la solution nutritive :	7
4. 3. Caractéristiques des solutions nutritives :.....	7
a- L'acidité ou pH :	8
b- La conductivité électrique:.....	8
c- Equilibre minéral :.....	8
4. 4. Préparation de la solution mère :.....	8
4. 5. Automatisation de la nutrition :.....	8
5. Les contrôles effectués au niveau de la ferme :	9
5. 1.Le contrôle de drainage :.....	9
5. 2. Le contrôle des apports :	10
5. 3. Le contrôle du substrat :	11
5. 4. Le contrôle de l'humidité du substrat :.....	13
6. La protection phytosanitaire :.....	13
7. Technique: Les avantages et les inconvénients des cultures hors sol.	14
7.1L'économie d'eau et d'engrais min.....	15

7.2La simplification des techniques culturales.	15
7.3L'élimination des problèmes liés au sol.	15
7.4Le gain de précocité.	16
7.5Une meilleure qualité des produits.....	16
7.6L'augmentation du rendement.	16
7.7Le coût d'installation et d'entretien élevé.	17
7.8Utilisation d'une haute technologie.....	17
7.9La maîtrise incomplète des déchets.....	17
Parti II : pratique	19
Chapitre II :matérielle et méthode	19
Introduction	19
1. Préparation de la serre.....	20
1.1Le choix du substrat :	20
1.2Conduite de la tomate en hors sol sous différents substrats	22
1.3 Partie HORS SOL:	22
1.4Dispositif expérimental :	23
Mise en place de la culture :	24
2. Préparation de la pépinière :	24
2.1 Semis et élevage des plants	24
2.2Le choix variétal.....	24
2.3La mise en place de la culture.	25
Entretien de la culture :	25
3.La ferti irrigation :	27
4.1 Stratégies d'irrigation en culture hors sol	30
4.2 Pratique de l'arrosage en culture hors-sol	30
Suivi de l'arrosage en culture hors sol	31
Suivi du drainage.....	31
5.La récolte :	33
Chapitre III :résultats et discussions	34
1.Récoltes et rendements:.....	34
1. Interprétation des résultats	36
coclusion	
ملخص	38

Introduction

Introduction

Les origines de la culture hors-sol sont vraisemblablement très anciennes puisque les Aztèques pratiquaient déjà la culture de plantes sur l'eau. La culture sans sol était aussi utilisée dans les fameux jardins suspendus de Babylone et en Chine, où l'on perpétue depuis des millénaires la culture sur gravier.

La culture hydroponique telle qu'on la pratique de nos jours est née en Allemagne au XIXe siècle. Elle a été expérimentée en **1860** par deux chercheurs allemands qui réussirent à faire pousser des plantes sur un milieu composé uniquement d'eau et de sels minéraux.

Le premier système hydroponique a été **commercialisé aux Etats-Unis** dans les années 1930. Il a notamment été utilisé pour approvisionner l'armée en légumes frais pendant la Seconde Guerre mondiale.

Les cultures hors-sol, introduites en Europe dans les années 1970, représentent aujourd'hui **des millions d'hectares dans le monde**. Les produits concernés sont principalement la tomate et la fraise mais aussi le concombre, le poivron, l'aubergine, la courgette et l'endive, sans oublier de nombreuses fleurs coupées comme la rose, le gerbera et l'œillet.

Qu'est ce que le hors sol ?

La culture hors sol est l'une des technologies modernes utilisée aujourd'hui en horticulture pour valoriser les terrains à problèmes, où une meilleure productivité est impossible autrement qu'avec un substrat de culture artificiel.

C'est l'unique solution lorsque le sol naturel souffre de contraintes incorrigibles (terrains rocailloux, salés ...) alors que tous les autres facteurs (climat, disponibilité et qualité de l'eau, proximité et prix du marché favorable...)

C'est aussi la solution efficace pour des sols en état de fatigue (nématodes, fusariose...) ainsi que pour des périmètres de monoculture surexploités.

Donc c'est l'ensemble des techniques faisant abstraction du sol en place permettant de :

- palier aux problèmes de fatigue du sol,
- mieux maîtriser la nutrition des plantes en eau et en éléments minéraux,
- améliorer les conditions de travail,

Introduction

Surtout de palier aux problèmes de maladies et ravageurs du sol. Le développement en Algérie des infrastructures serres multi chapelles à couverture plastique est déjà lancé sur le terrain.

Cependant cette option présente à terme un risque majeur lié à l'infestation des sols par divers parasites que seule la technique hors sol offre des garanties pour se prémunir.

Nous considérons donc que la culture hors sol devra constituer une technique d'accompagnement au développement des serres multi chapelles, qu'il convient de maîtriser au sein de notre institution afin de pouvoir ensuite la vulgariser en milieu producteur.

Les solutions apportées actuellement aux problèmes d'infestation des sols (parasites et champignons telluriques) sont d'ordre chimique voire même en déplaçant les serres sur d'autres parcelles saines.

La mise en place et le développement d'une telle technique de production en hors sol permettra de relever le niveau du savoir faire des producteurs et constituera un gage d'amélioration des rendements, de la qualité et de la préservation de l'environnement.

La culture hors sol permet également de cultiver différentes plantes au même endroit, sans préparation spéciale de la terre. Le travail est simplifié.

D'un point de vue qualité du produit cultivé, notons l'aspect esthétique amélioré, la conservation du produit plus longue (également lié aux nouvelles générations de variétés) et l'utilisation moindre d'insecticides ou autres produits phytosanitaires (Bulletin ITCMI.2012).

Comment marche la culture hors sol ? Quelles sont les techniques d'irrigation du hors sol ?

Pourquoi utiliser le hors sol ?

Partie I : synthèse bibliographique**Chapitre 1 : fonctionnement du hors sol:****Introduction :**

Il est évident que la variété du légume cultivé (exemple de la tomate) joue un rôle essentiel sur la qualité nutritive et gustative des récoltes (on le voit d'ailleurs très bien si on fait nos propres cultures). Toutefois, j'ai un peu de mal à penser qu'un légume qui pousse aussi vite, dans un environnement artificiel puisse être de même qualité que son équivalent en sol. J'imagine un être humain sous perfusion face à son frère, se nourrissant par lui-même, à son rythme, selon les besoins qu'il ressent et avec le plaisir qu'il a à se nourrir. N'est-il pas plus épanoui ? Les plantes sont également des êtres vivants. Le stress d'un végétal est-il impossible.

1. L'étude du substrat utilisé dans l'exploitation :

Le substrat assure l'ancrage du système racinaire et le maintien, l'alimentation, et la respiration du système racinaire de la plante, par l'intermédiaire de la solution nutritive qu'il contient. Pour faire son choix on doit prendre en considération un certain nombre de critères techniques et économiques :

Dans la ferme ROSAFLORE 1, on utilise les résidus de fibres de noix de coco, comme un substrat possédant les critères suivants :

➤ Composition :

- Fibres de coco : 35%
- Tourbe de coco : 60%
- Débris de labour : 5%

➤ Caractéristiques :

- Densité : 0,16kg/l
- pH : 6,15
- EC : 0,25 S/cm
- Taux d'humidité : <17%
- Matière organique sèche : 89,47%
- Taux de Na : 0,102 mg Na/g
- Capacité de rétention en eau : 580ml/l de substrat.

- Résistivité : 1000ohms/cm.
- Présentation en pains dont :
 - La longueur : 1m
 - La largeur : 20cm
 - L'épaisseur : 10cm

Ce substrat est non comestible, naturel, organique et très facilement recyclable.

-La densité des pains, dans l'exploitation, par hectare est de l'ordre de 4000.(WINTERBORNE, 2005).

2. Le réseau de fertigation :

2. 1. L'eau disponible :

Pour l'irrigation des cultures, l'exploitation dispose de cinq forages d'une profondeur de 100m à 120m; quatre sont destinés pour l'irrigation des parcelles et un pour l'alimentation du secteur du personnel. Chaque puit est équipé d'une pompe à axe vertical et d'un moteur électrique..(MOREL *etal.*, 2000).

2. 2. Canalisation :

Le réseau de fertigation de la ferme est composé de :

- conduite principale en PVC (chlorure polyvinyle) de diamètre 110mm.
- conduites secondaires qui alimentent les vannes qui sont à l'intérieur de la serre, elles sont en PVC de diamètre de 90mm et de courte longueur.
- vannes qui sont à l'intérieur de la serre sont en PVC et munies d'un système électrique de contrôle (ce sont des électrovannes) elles sont de 63mm de diamètre. Chaque serre contient deux électrovannes, une pour chaque partie de la serre. A noter que ces électrovannes fonctionnent sous pression qui contrôle leur ouverture et leur fermeture.
- les porte-rampes en polyéthylène et de diamètre de 25mm, alimentées par les électrovannes.
- les rampes en polyéthylène et de diamètre de 20mm.
- goutteurs autorégulant (Nétafim) à partir desquels sont liés les capillaires qui alimentent les plantes :

- Densité des capillaires : un capillaire pour deux plants
- Débit des goutteurs : 3l/h sous une pression de 2.5 bars.
- Positionnement des capillaires : le point du capillaire est éloigné du collet pour éviter divers accidents (ex : pourriture de collet)



Photo N°1 : Positionnement des capillaires.

3. La conduite des arrosages :

3. 1. La période d'arrosage :

Les périodes d'arrosage sont fixées en fonction des conditions climatiques telles que la température au niveau de la serre, l'état du ciel couvert ou clair, l'état de la plante, entre autre ce qui fait qu'une observation minutieuse est exigée.

Néanmoins les premiers arrosages sont en général faits à 8 ou 9 heures quant aux derniers ils sont faits 2 à 3 heures avant le coucher du soleil vers 15heures ou 16 heures.

Le déclenchement du premier arrosage à pour but de réhumidifier le substrat avant l'augmentation de la consommation en eau des plantes. L'interdiction d'arroser au delà d'une certaine heure de l'après midi vise à éviter l'excès d'eau dans le substrat durant la nuit car la demande est alors faible. La fin des arrosages est d'autant plus avancée que les plants sont jeunes, et en jours courts.(WINTERBORNE, 2005).

3. 2. La dose d'arrosage :

C'est la quantité de solution nutritive apportée par la plante à chaque irrigation. Elle à un effet sur le taux de drainage et sur la teneur en éléments minéraux du milieu racinaire. Si la dose d'arrosage est insuffisante le substrat drainera peu et sa conductivité (ou salinité)

augmentera ; par contre si elle est excessive, le substrat sera lessivé par un fort drainage et sa conductivité chutera. La dose est soit de 0,3L ou de 0,4L par goutteur pendant 6minutes.

3. 3. La fréquence d'arrosage :

La fréquence est le nombre d'arrosage par unité de temps ; elle est fonction de la dose à apportées. Pour une dose d'arrosage fixée elle dépend de la cinétique d'absorption d'eau par la plante donc du climat et du stade de développement. Des arrosages trop rapprochés ont pour effet d'augmenter la réserve en eau et le risque d'asphyxie. Inversement, s'ils sont trop espacés. (MOREL *et al.*, 2000)

le substrat s'assèchera. Donc entre deux arrosages, on fait 1h le matin, et 30 mn à partir de 12h.

Exemple : les doses apportées à la serre . pendant une journée.

Tableau N°1 : les doses apportées à la serre pendant une journée.

Serre 2			
H	Qt	V/Plt	V/m²
9h30	0,4	0,2	0,458
10h30	0,4	0,2	0,458
11h30	0,4	0,2	0,458
12h00	0,4	0,2	0,458
12h30	0,3	0,15	0,3435
13h10	0,3	0,15	0,3435
13h50	0,3	0,15	0,3435
14h30	0,3	0,15	0,3435
15h00	0,3	0,15	0,3435
TOTAL	3,1	1,55	3,5495

H = heure Qt = quantité V/Plt = volume par plante

4. Système de fertigation :

4. 1. Installation de tête :

ROSAFLOR 1 dispose d'une station de tête équipée d'un bassin d'accumulation d'eau de 1400m³ de volume, couvert de polyéthylène noir de 40 microns afin d'éviter le développement des algues et la pénétration de tous agents pathogènes.

a- La filtration :

C'est l'un des éléments essentiels de tout le réseau d'irrigation localisée, le bon fonctionnement de celui-ci dépend uniquement de la qualité de l'eau et de l'adaptation de l'installation de filtration. Elle est choisie en fonction de la nature de l'eau à filtrer et de son volume. L'eau doit être déchargée d'un maximum d'impuretés avant d'être propre à l'irrigation. (Anonyme, 2010)

b- Bacs :

Ce sont des réservoirs en matière de plastique opaque. Ils sont 3 en nombre et sont destinés à recevoir la solution mère et ont un volume de 2000l chacun, volume suffisant pour fournir une solution pendant 4 à 5 jours de fonctionnement. Le bac d'acide (acide nitrique) de 500l de volume destiné pour corriger le PH.

4. 2. Distribution de la solution nutritive :

Les engrais sont injectés vers le bac de mélange après dosage des engrais au niveau de chaque bac. En même temps l'eau aussi est conduite vers ce bac grâce à la pompe d'injection, lorsque le niveau de la solution fille atteint un certain niveau, caractérisé par la situation horizontale d'un flotteur attachés au bac de mélange, la pompe permet l'injection de la solution nutritive au niveau des canalisations.

Un régulateur de pression est indispensable au niveau de la station, il tamponne la pression en amont pour fournir en aval une pression convenable au système d'irrigation adopté au niveau de l'exploitation.

4. 3. Caractéristiques des solutions nutritives :

La solution nutritive doit être conforme aux besoins en eau et en éléments fertilisants de l'espèce cultivée, pendant la phase de développement considérée et compte tenu l'environnement climatique existant. Trois paramètres la caractérisent et doivent être régulièrement contrôlés :

a- L'acidité ou pH :

Sa valeur doit être comprise entre 5.5 et 5.8 les pH trop élevés provoquent les phénomènes de précipitation de certains éléments.

b- La conductivité électrique:

La concentration ou la conductivité électrique conditionne en partie l'absorption de l'eau par la plante. Il convient de maintenir dans le milieu, à chaque instant, une concentration saline inférieure au seuil toxique, compte tenu de la charge naturelle de l'eau d'irrigation ; cette conductivité électrique doit être maintenue entre 1.8 et 2.5 mmhos/cm en fonction du cycle végétatif de la tomate et du climat.(VITRE, 2003).

c- Equilibre minéral :

C'est la quantité de chaque élément contenu dans la solution fertilisante. L'équilibre entre les éléments au niveau des racines agit sur leur assimilation par la plante et leur insuffisance considérée comme carence est source de défauts sur la végétation et les fruits. L'équilibre reste constant tout au long de la culture mais la composition minérale de la solution est variée en fonction du stade de développement des plantes, de leur état végétatif, et des conditions climatiques.

4. 4. Préparation de la solution mère :

Après avoir calculé les quantités des engrais nécessaires suivant les stades de la culture et en se basant sur l'analyse de l'eau, on opère le dosage entre les différents engrais de chaque bac comme suit :

Les bacs sont remplis d'abord en moitié d'eau claire, ensuite on verse les engrais le reste des bacs sera complété de nouveau par l'eau, ensuite les engrais seront bien mélangés par l'électromélangeur jusqu'à leurs solubilités complètes :

4. 5. Automatisation de la nutrition :

La valeur souhaitée de la conductivité électrique (EC), est programmée au niveau de l'ordinateur, on programme également un pourcentage de dosage de chaque bac d'engrais. La sonde d'injection qui fonctionne en continu pendant l'arrosage et commande le dosage des différents engrais, intervient à ce moment là.

Les injecteurs réalisent cette fonction par le biais d'un clapet qui se trouve à leur partie antérieure, l'ouverture du clapet correspond au pourcentage programmé, par exemple : Si on

programme 100% du dosage d'un bac, le clapet de l'injecteur correspondant s'ouvre complètement pour laisser passer toute la quantité aspirée par la pompe, et si on programme que 70% le clapet s'ouvre de manière à aspirer que la quantité souhaitée de solution, la quantité d'excès sera refoulée vers le bac initial, par un canal de retour.

On doit aussi programmer une marge supérieure et une inférieure de la conductivité électrique, et le logiciel nous donne la possibilité d'être averti, si la valeur de la conductivité dépasse cet intervalle, par le déclenchement d'une alarme, ainsi le responsable procède à une augmentation ou une diminution de la valeur de l'EC suivant la situation.

5. Les contrôles effectués au niveau de la ferme :

Les contrôles réalisés dans l'exploitation ROSAFLOR 1 sont :

- Le contrôle du drainage.
- Le contrôle des apports.
- Le contrôle du substrat.
- Le contrôle de l'humidité du substrat.

5. 1. Le contrôle de drainage :

Dans chaque serre, il est nécessaire d'installer à des endroits représentatifs de la culture des bacs permettant de recueillir le drainat de quelques plantes ; après chaque arrosage on mesure la quantité d'eau récupérée dans ces bacs, et à la fin de la journée on mesure la conductivité électrique et le pH de cette eau, à l'aide d'un conductimètre et un pH mètre.



Photo N°2 : pH-mètre et conductimètre.

5. 2. Le contrôle des apports :

Les apports sont enregistrés par l'appareil de déclenchement des irrigations, ce qui permet de connaître les heures d'arrosage et les volumes apportés.

A la fin de la journée on mesure la conductivité électrique et le pH de l'eau du goutteur, récupérée dans des bidons de cinq litres, afin de vérifier que les valeurs de l'EC et du pH qui arrivent à la plante sont ceux que nous voulons.

Exemple : évolution des apports, selon 3 dates de plantation, pendant 8 semaines :

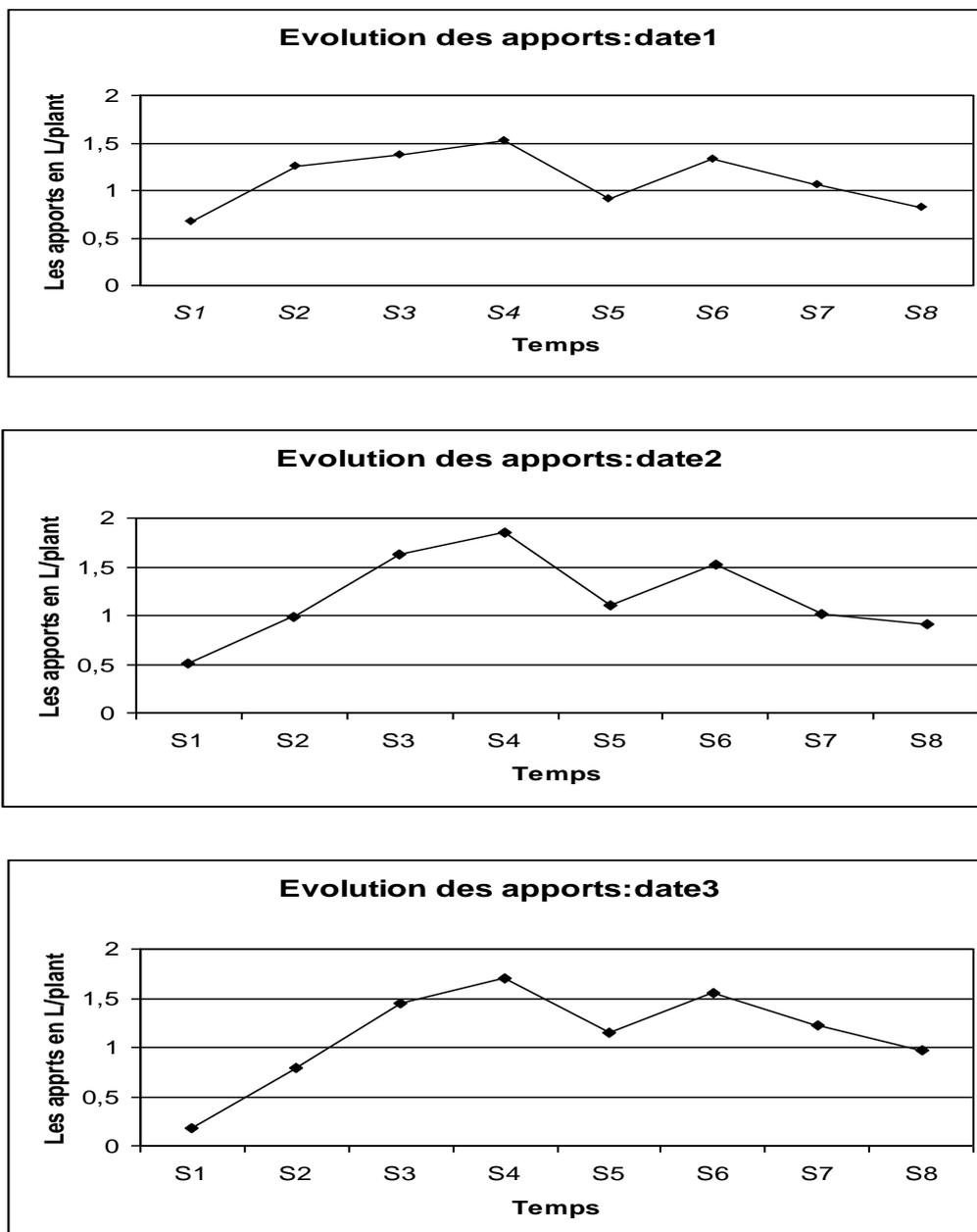


Figure N° 1 : Evolution des apports, selon trois dates de plantation, durant huit semaines.

Commentaire :

- Pendant les quatre premières semaines, on remarque que les apports augmentent régulièrement avec la croissance des plantes et aussi avec les conditions climatiques (un rayonnement solaire élevé).
- Pendant la semaine qui suit, on a assisté à une baisse de température, et du rayonnement solaire du à des précipitations, il y'a donc une diminution de la demande en eau par les plantes.
- La cinquième semaine a connue une petite augmentation de la température, ce qui influence la demande en eau chez les plantes.
- A partir de la sixième semaine, on assiste une autre fois à une baisse de température, et du rayonnement solaire, donc il y'a encore une diminution de la demande en eau par les plantes.
- On remarque pour les deux premières semaines que la consommation des plantes de la date1, est plus importante que celle des plantes de la deuxième et la troisième date.
- A partir de la troisième semaine, on remarque que la consommation des plantes de la date1 est devenue moins importante que chez les plantes de la deuxième et la troisième date.
- Pour la plante de la deuxième date, la consommation est restée plus importante pendant les huit semaines par rapport à celle de la plante de la troisième date.

5. 3. Le contrôle du substrat :

Chaque jour, et à la fin des arrosages, on mesure la conductivité électrique et le pH de la solution du substrat de cinq échantillons de chaque serre. Si les mesures sont fortes ou faibles, il faut vérifier le réglage et le fonctionnement de l'injection des engrais.

Exemple : Evolution de la conductivité électrique et du pH au niveau de la solution du substrat (fibres de noix de coco) pendant huit semaines et selon trois dates de plantation.

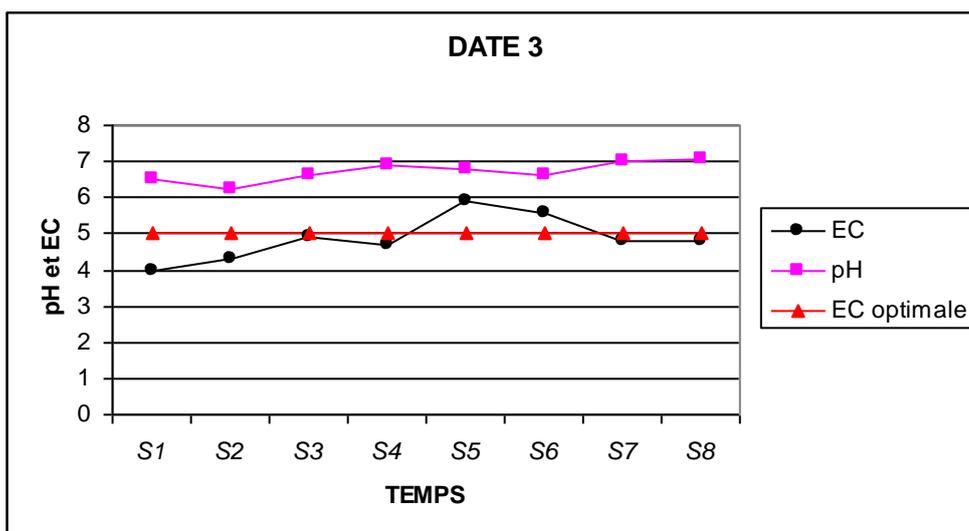
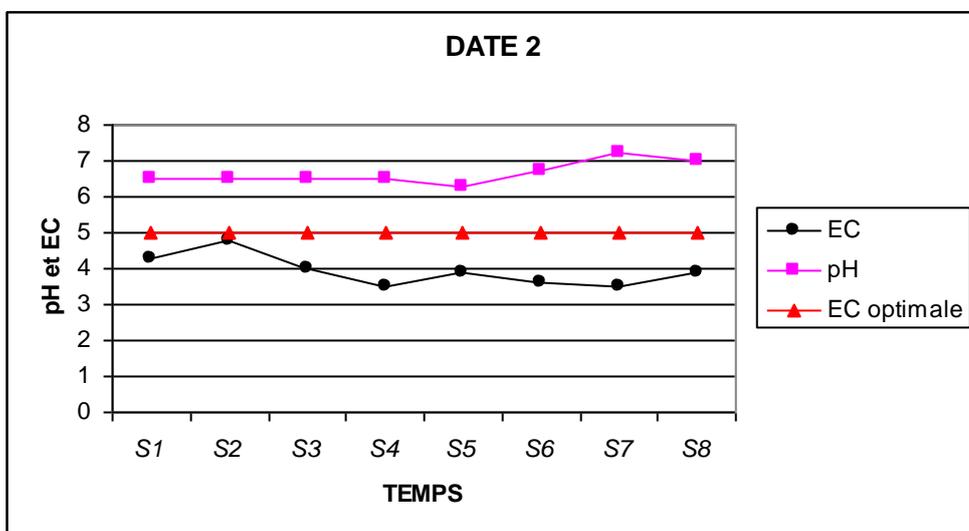
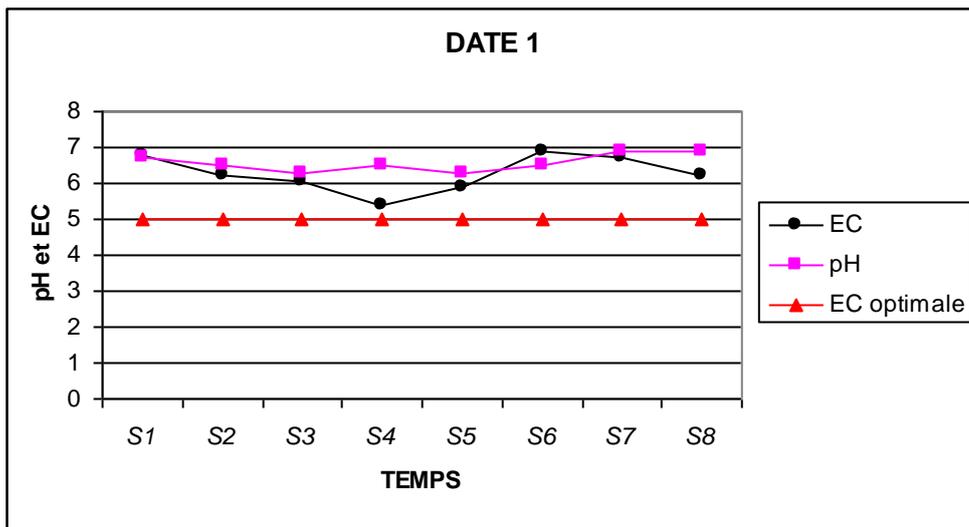


Figure N° 2: Evolution de la conductivité électrique et du pH au niveau de la solution du substrat (fibres de noix de coco).

Commentaire :

- Pour les trois dates de plantation, on remarque que le pH du substrat est presque le même, et varie entre 6 et 7 durant les huit semaines.
- Pour la première date de plantation, on remarque que l'EC du substrat a resté, pendant les huit semaines, supérieure à la valeur optimale de l'EC, ce qui a fait que l'arrosage de ses serres se fait la plus part du temps qu'avec de l'eau et de l'acide.

On remarque aussi que l'EC de ce substrat est beaucoup plus élevée que l'EC des substrats de la deuxième et de la troisième date.

- Pour la deuxième date de plantation, on remarque que l'EC du substrat est toujours inférieur à la valeur optimale de l'EC

On remarque aussi que l'EC du substrat de cette date est plus basses que l'EC des autres dates.

- Pour la troisième date de plantation, on remarque que pour les quatre premières semaines, et les deux dernières semaines, l'EC du substrat est inférieur à l'EC optimale pendant que l'EC de la cinquième et la sixième semaine est supérieure à l'EC optimale.

5. 4. Le contrôle de l'humidité du substrat :

Le taux de drainage ne reflète pas toujours l'état d'humidité du substrat. Malgré un fort drainage, le substrat peut être insuffisamment humide et inversement.

Pour apprécier l'humidité du substrat, le toucher est la façon la plus employée mais cela nécessite une certaine expérience.

6. La protection phytosanitaire :

la gestion phytosanitaire doit porter sur la mise au point d'une stratégie globale de lutte intégrée fiable contre tout les bio agresseurs et particulièrement sur un des plus important ravageurs parmi d'autres sur tomate : la mineuse de la tomate (*Tuta absoluta*)

- La lutte prophylactique : il s'agit de la mise en place d'un certain nombre de mesures visant à éviter l'installation de maladies et ravageurs dans la serre, entre autres on peut citer :
- La lutte biotechnique : il s'agit de la mise en place de pièges à phéromone afin de mettre en évidence la présence du ravageur qui est la mineuse de la tomate et de le

contrôler, ce qui représente un outil fiable de détection précoce des papillons mâles de *Tuta absoluta*

- La lutte chimique : la lutte avec des produits pesticides doit se faire dans un cadre de lutte intégrée et lorsque aucun autre recours n'est possible. Il est important de pouvoir diagnostiquer la maladie ou le ravageur afin de pouvoir apporter les solutions qui conviennent.

L'introduction d'auxiliaires :

Il est essentiel dans le cadre d'une lutte intégrée d'introduire des auxiliaires pour le contrôle notamment de la mineuse de la tomate (*Tuta absoluta*)

introduction du prédateur *Nesidiochorus tenius* de la *Tuta absoluta* institue technique des cultures maraichères et industrielles (ITCMI.2012) : première journée techniques sur les cultures maraichères et industrielles (Staoueli 29-30 octobre 2012)

7. Technique: Les avantages et les inconvénients des cultures hors sol.

L'idée de cultiver en hors sol, est apparue depuis longtemps comme une méthodologie pour établir les mécanismes de l'absorption racinaire des éléments minéraux, et pour étudier le fonctionnement des plantes. Cependant au cours des dernières décennies, cette méthode s'est largement répandue. Elle est devenue indispensable dans la production végétale. Les cultures hors sol se définissent comme des cultures où les végétaux effectuent leur cycle complet de production sans que le système racinaire ait été en contact avec leur environnement naturel, qui est le sol. Les racines sont ainsi continuellement alimentées par un milieu liquide minéral qui est la solution nutritive et qui apporte l'eau, l'oxygène dissous et les éléments minéraux indispensables.

En réalité, la découverte des cultures hors sol doit être attribuée à deux chercheurs allemands Knop et Sachs. Simultanément en 1860 et de manière indépendante, ces deux auteurs ont réussi à faire pousser des plantes sur des milieux entièrement liquides constitués d'eau additionnée de sels minéraux. Plus tard, dans les années 50, certains organismes de recherches en France, en Hollande et aussi des professionnels comme Milland s'intéressaient aux applications horticoles des cultures hors sol, mais il ne s'agit encore que d'étapes de pré-développement. Enfin, le véritable développement des cultures hors sol date des années 1975-1980: À un rythme très soutenu cette technique s'implantait dès lors en Europe surtout pour les cultures sous serre. Ainsi, depuis une quinzaine d'années, les surfaces et la nature des espèces concernées n'ont cessé d'augmenter.

L'extension régulière des surfaces consacrées aux cultures hors sol résulte d'un bilan en faveur de cette technique qui apporte une série d'améliorations pour l'agriculteur: Parmi les avantages de cette technique, on cite (Morard., 1995) :

7.1L'économie d'eau et d'engréauxais min.

Les cultures hors sol conduisent à une meilleure maîtrise des apports d'eau et en éléments minéraux. En comparant la quantité d'eau nécessaire pour obtenir un kg de produit à partir d'une culture de plein champ à celle utilisée avec une culture hydroponique, l'économie réalisée par cette dernière peut atteindre 90% à 95% des apports d'eau , ainsi les cultures hors sol ont permis de développer des activités horticoles dans des régions où l'eau est un facteur limitant: on évite ainsi les pertes par diffusion dans le milieu naturel.

Quant aux engrais minéraux, les techniques de culture hors sol conduisent aussi à une économie importante puisque les apports sont calculés en fonction des besoins et qu'il n'y a pas de stockage au niveau du sol. En réalité, l'économie réalisable va dépendre du choix de la technologie utilisée. Quand l'agriculteur choisit un système à solution recyclée, cette économie sera importante, la plante consomme la quasi-totalité des apports, par contre, quand la culture est effectuée à partir d'une solution nutritive non recyclée (circuit ouvert) les pertes au niveau des percolas sont importantes et les économies réalisables sont limitées (Morard, 1995).

7.2La simplification des techniques culturales.

La culture hors sol permet d'éliminer certaines façons superficielles comme la préparation du sol, les binages, le désherbage ..., De même, les étapes de la fertilisation (amendement et engrais minéraux), et de l'irrigation sont aussi remplacées par l'apport de la seule solution nutritive. En outre, cette technique facilite considérablement le travail du producteur qui en installant sans contrainte l'ensemble du système peut s'affranchir facilement de la lourdeur des opérations au niveau du sol (Morard, 1995).

7.3L'élimination des problèmes liés au sol.

La principale raison du développement agricole de la culture hors sol provient de la nécessité d'éliminer certains problèmes liés au sol comme le problème de la salinité ou la contamination par les agents pathogènes. Cette technique a permis, par exemple, de lutter contre la fusariose de l'œillet ou le corkyroot de la tomate (Morard., 1995). En outre, le

recours à la culture sans sol devient nécessaire quand ce dernier est de qualité médiocre peu profond ou difficile à amender: C'est le cas du désert sableux notamment dans les pays du Moyen-Orient où cette technique a permis le développement d'une production maraîchère. Il ne faut pas négliger, par ailleurs, les potentialités de cette technique pour utiliser des surfaces où il n'y a pas de sol, ainsi des tentatives ont été effectuées pour créer des espaces verts en culture hors sol sur les terrasses d'immeubles ou sur des décharges publiques (Morard., 1995).

7.4Le gain de précocité.

La culture hors sol favorise la précocité d'une culture sous serre par rapport à une même culture en sol selon les régions ainsi un producteur peut bénéficier de prix des primeurs. En effet, l'explication de cette précocité est due à un effet de température qui permet un réchauffement plus rapide d'un substrat par rapport au sol en place. Cette élévation de température permettrait un meilleur fonctionnement du système racinaire et un produit de meilleure qualité (Morard, 1995).

7.5Une meilleure qualité des produits

Bien que le concept de la qualité soit difficile à préciser et à quantifier, la culture hors sol a une influence favorable sur certains critères comme :

- L'aspect extérieur des fruits et des légumes: On récolte des produits plus attrayants pour le consommateur, plus propre car jamais souillés de particules de sol et plus brillants.
- Moins de résidus de pesticides puisque ces cultures reçoivent moins de traitements phytosanitaires.
- Poids et quantités de protéines: Pendant la période de récolte, certaines études ont montré que les mesures de différents paramètres représentant la qualité des fruits de tomates cultivées en sol (fumure minérale ou amendements organiques) ou en hors sol montrent qu'aucune différence significative ne peut être attribuée à la technique culturale et la comparaison est même favorable à la culture hors sol qui augmenterait le contenu en protéines (Morard, 1995).

7.6L'augmentation du rendement.

Les rendements obtenus en utilisant cette technologie sont en général plus élevés que les cultures en plein sol. En effet, quand la fertilité d'un sol de serre n'est pas optimale (problème de pathogènes, salinité, mauvaise structure...), la culture hors sol donne toujours des

rendements supérieurs. De même, lorsque les conditions d'alimentation hydrique et minérale du sol ne sont pas bonnes, le passage en culture hors sol apporte à l'agriculteur une certaine garantie en limitant les risques de stress nutritionnels (carence, déficience, toxicité). En outre, les cultures hors sol permettent d'augmenter très sensiblement l'occupation du volume utile de la serre car elles autorisent une meilleure utilisation:

- De la surface avec l'utilisation des pratiques mobiles, il est possible de gagner jusqu'à 10% de la surface.
- Du volume: Pour des plantes ayant un faible développement, il est possible d'utiliser un dispositif de culture vertical qui permet de multiplier ainsi par sept la surface du sol correspondante.

Cependant comme toute nouvelle technologie, les cultures hors sol apportent aussi des difficultés, parmi lesquelles on cite:(Morard., 1995).

7.7Le coût d'installation et d'entretien élevé.

Des charges financières sont induites par une technique de production hors sol. Ces charges concernent d'une part l'investissement de début: L'installation de l'infrastructure (cuves, pompes, contrôles, le système de distribution de la solution nutritive). D'autre part, les charges proportionnelles annuelles qui impliquent l'entretien et l'achat des substrats et des solutions nutritives. Cela génère donc un surcoût des techniques hydroponiques par rapport à une même culture effectuée en sol.

7.8Utilisation d'une haute technologie.

Le deuxième obstacle à la diffusion des cultures hors sol dans le milieu agricole est lié à la sophistication: Les erreurs techniques se traduisent par des troubles physiologiques qui sont beaucoup plus rares en culture sur sol. Tout personnel concerné par les cultures hors sol doit avoir une technicité assez prononcée.

7.9La maîtrise incomplète des déchets

La plupart des techniques hydroponiques horticoles utilisent des substrats. Certains de ces produits (comme la laine de roche) ne sont pas biodégradables et posent des problèmes de déchets aux agriculteurs. Cependant, actuellement les sociétés fabriquant ces produits étudient activement ce problème et proposent déjà la reprise des substrats utilisés (Morard, 1995).

D'autres parts, les risques les plus importants pour l'environnement paraissent être liés à l'utilisation incomplète de la solution nutritive par les racines des plantes. Dans les systèmes les plus couramment utilisés dit à circuit ouvert la solution nutritive est apportée aux racines des plantes en quantité très supérieure à celle des besoins des racines: L'excédent ou percola est évacué dans le sol avec les eaux de ruissellement vers les nappes phréatiques.

Pour conclure, la pratique de la culture hors sol s'accroît d'une manière significative dans le monde, c'est une solution efficace pour différentes contraintes et limites liées au sol, et au milieu et qui permet notamment l'augmentation des rendements et le développement de l'agriculture en général. En effet, elle représente un concept d'avenir puisque la population de la planète est en croissance géométrique et il y a de moins en moins de terres arables et fertiles qui sont utilisables pour subvenir aux besoins de ces populations (Morard, 1995).

Parti II : pratique

Chapitre II :matérielle et méthode

Introduction :

Notre recherche a été menée à l'institut technique des cultures maraîchères et industrielles (ITCMI) dans la commune de Staoueli, dans la wilaya de Alger.

L'institut a pour tâches essentielles, la promotion des cultures maraîchères et industrielles à travers: L'élaboration de normes techniques de production - expérimentation adaptative. La production du matériel végétal de base. L'Appui technique: Formation - Vulgarisation - Sensibilisation La gestion des projets:

1. Investissement
2. Coopération

•La contribution à la réalisation des programmes de développement. Les missions de l'institut sont déclinées en programmes d'activités portant sur :

Le développement des filières:

- 1/Pomme de terre.
- 2/Tomate Industrielle.
- 3/.Plasticulture.
- 4/La fertilisation – Irrigation
- 5/Les semences et Plants

Coopération Algéro-Néerlandais

Thème : G2G et BOCI 1

.Objectifs du projet G2G: La maîtrise de la technique hors sol et de la ferti-irrigation Acquisition du savoir-faire dans le domaine des cultures hors sol sous serre multi chapelles.

Objectifs du projet BOCI: La conception d'un modèle de serre multi chapelle adapté aux conditions agro-climatique en Algerie(<http://www.itcmidz.org>).

1. Préparation de la serre :

Avant toute installation de culture sous serre multi chapelles il y'a lieu de procéder à certaines opérations à savoir :

- Le nettoyage de la serre entière avec une solution d'eau javellisée ainsi que sa désinfection à l'aide d'un insecticide polyvalent pour éliminer les insectes présents à l'intérieur ainsi que leurs œufs.
- La désinfection du sol : en été couvrir le sol avec un film plastique après l'avoir arrosé et fermer la serre pendant 45 à 60 jours afin de pouvoir désinfecter la couche superficielle du sol. (solarisation).
- L'analyse de l'eau d'arrosage afin de pouvoir équilibrer la solution nutritive par la suite.
- Le nettoyage des conduites d'irrigation goutte à goutte ainsi que les différents réservoirs
- La détermination de la recette de fertilisation de la culture de tomate selon ses besoins et l'analyse effectuée sur l'eau d'irrigation et la recalculer en suite en kg d'engrais selon les engrais disponibles sur la marché
- La détermination de la méthode d'arrosage ainsi que les fréquences
- L'installation de l'insect proof aux différentes ouvertures de la serre
- Le nivelage du sol selon une pente de 0,2 à 0,5% afin de pouvoir récupérer l'eau de drainage par la suite et l'analyser
- La couverture du sol par un film plastique pour le contrôle des mauvaises herbes
- La mise en place des bacs et des gouttières au niveau des lignes de plantation
- La dépose du substrat en ligne dans les gouttières (le choix du substrat se fait selon disponibilité)
- La mise en place des tuyaux goutte à goutte, raccorder et tester l'uniformité
- La mise en place d'une station météorologique pour le contrôle du climat à l'intérieur de la serre

1.1 Le choix du substrat :

Plusieurs substrats s'y prêtent à la culture hors à savoir : pouzzolane, fibre de coco, tourbe ..., il est conseillé d'avoir recours si possible à un substrat local pour des raisons de disponibilité et d'économie.



Photo N°3: Mise en place de la fibre de noix de coco.



Photo N°4 : Substrat: Pouzzolane une roche volcanique inerte disponible dans l'ouest Algérien.



Photo N°5 : Mise en place des bacs deculture ainsi que du paillage plastique.

1.2 Conduite de la tomate en hors sol sous différents substrats

- ✓ Fibre de noix de coco 100 (importé).
- ✓ Fibre de palmier 100% (local).
- ✓ Pouzzolane 100% (local).
- ✓ Fibre de palmier/ Perlite (50%/50%).
- ✓ Fibre de palmier/Perlite (70%/30%).
- ✓ Fibre de palmier/Perlite (30%/70%).

Objectif 1 :

Il s'agit de comparer l'effet des différents substrats sur le rendement et la qualité de la production de la tomate en hors sol.

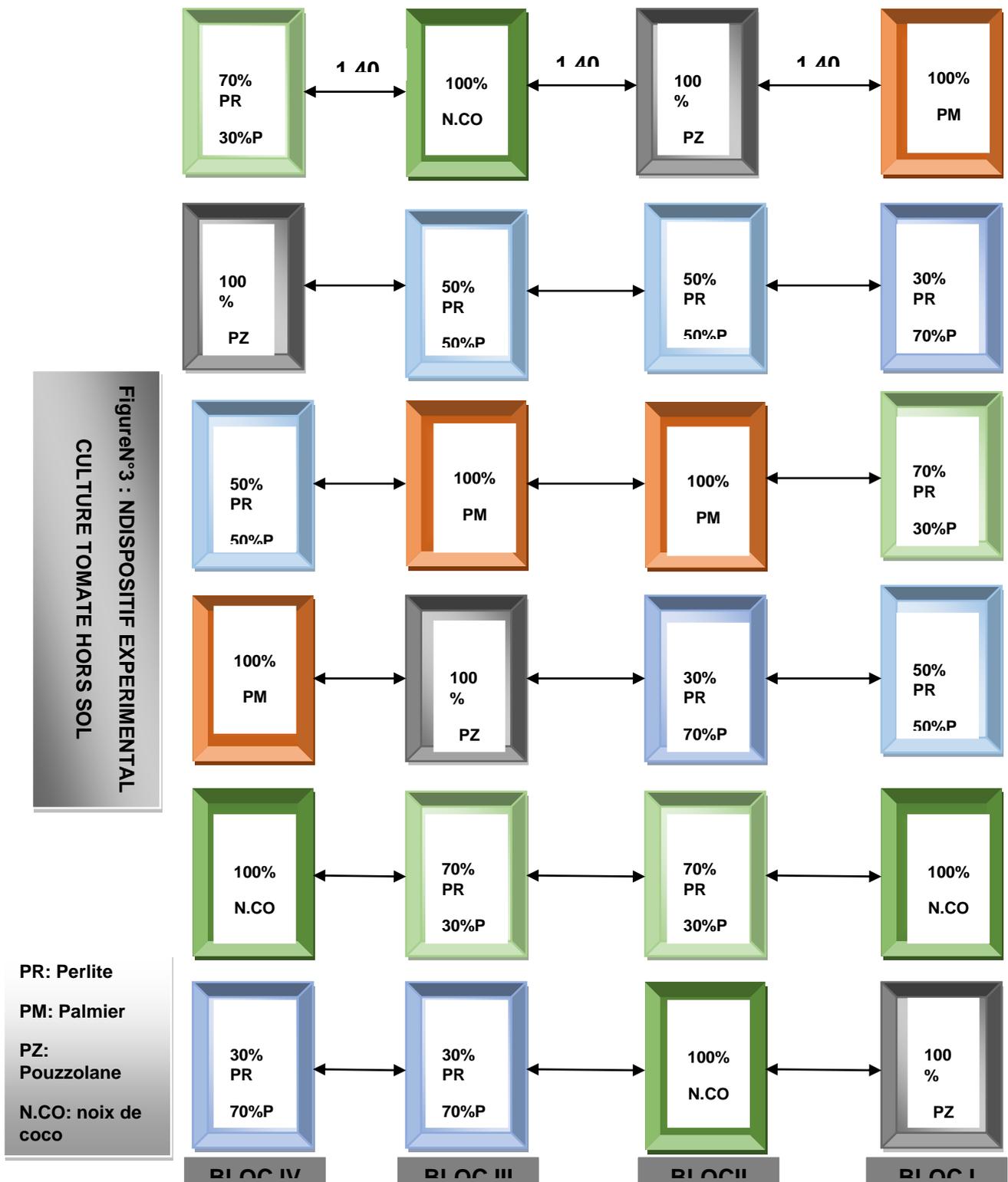
Amélioration des substrats locaux (palmier) par des combinaisons avec d'autres substrats (perlite).

1.3 Partie HORS SOL:

Données sur l'essai :

- Superficie totale de l'essai : 250m²
- Nombre de plants
 - Noix de coco (100%): 40 plants
 - Fibre de palmier (100%): 40 plants
 - Pouzzolane (100%): 40 plants
 - Fibre de palmier/ Perlite (50%/50%):40 plants
 - Fibre de palmier/Perlite (70%/30%):40 plants
 - Fibre de palmier/Perlite (30%/70%):40 plants
- **Densité : 20 000 plants/ha**
- Variété : VALOURO
- Système de fertigation : Goutte à goutte avec Capillair

1.4 Dispositif expérimental :



Mise en place de la culture :**2. Préparation de la pépinière :****2.1 Semis et élevage des plants**

- Le semis est effectué dans des plaques alvéolées de 3-4 cm de côté contenant de la tourbe stérilisée.
- Le semis est réalisé le 20 août au plus tard.
- Les graines sont enterrées d'une manière homogène à une profondeur de 1 cm à raison d'une graine par alvéole.
- Le semis est couvert avec de filet insecte-proof, la durée de l'élevage est de 22 jours environ.
- Protéger la serre par des filets insecte - proof pour éviter l'attaque des ravageurs.



Photo N° 6:plaques alvéole pour le semis.

Pourquoi semer en pépinière ?

- Produire des plants indemnes de maladies et de ravageurs
- Produire des plants vigoureux qui seront plus résistants lors du repiquage

2.2Le choix variétal

Il est important d'utiliser des variétés hybrides à croissance indéterminée.

Utiliser des portes greffe (plants greffés) qui présentent plus de vigueur et qui permettent d'allonger la sénescence des plants. Les portes greffe permettent également d'améliorer la résistance des plants aux diverses maladies du sol.

2.3 La mise en place de la culture.

Il est préconisé de mettre en place les jeunes plants sur substrat irrigué auparavant avec la solution nutritive sur une distance de plantation de 0,40 m entre les plants et 1,4 m entre les lignes.

- Installer les goutteurs du système d'irrigation sur le substrat.
- Mettre également en place des points de drainage au niveau de chaque pain de fibre de coco et de chaque bac.
- Ne pas oublier de visiter régulièrement les plants et observer la position des goutteurs au moins une fois chaque mois.
- Choisir aussi un système d'irrigation indépendant pour chaque type de substrat vu que les quantités et les fréquences peuvent être différentes d'un substrat à un autre

Entretien de la culture :

- **Mise en place du palissage** : le système de palissage choisi doit s'adapter aux variétés à cycles long système, écologique, biodégradable, de fixation des plants par des ficelles, crochets, bobines et clips spécialement conçu pour éviter les blessures sur tiges et réduire les frais de main d'œuvre.



Photo N° 7: Mise en place du palissage



Photo N° 8 : Utilisation de clips pour éviter de blesser les tiges



Photo N° 9 : Système de couchage des plants.

- **Effeillage** : procéder à une élimination régulière des feuilles situées à proximité des fruits pour faciliter leur maturation. Cette opération doit être pratiquée avec soin et avec un matériel désinfecté.

Procéder également à l'élimination des feuilles situées en dessous du premier bouquet dès sa maturation afin de favoriser l'aération entre les plants.

- **Ebourgeonnage** : éliminer les jeunes pousses qui prennent naissance à l'aisselle des feuilles afin de ne conserver qu'un seul axe de pousse et ceci dans le but de diminuer la compétition entre organes et de maximiser l'éclairage du bourgeon principal.
- **Désherbage** : procéder à un désherbage régulier aux alentours de la serre sachant que les mauvaises herbes sont un foyer de contamination des maladies et parasites
- **La pollinisation** : mettre en place une ruche de bourdons tous les 45 jours et ceci afin de faciliter la pollinisation en période hivernale. A installer quelques jours avant les premières fleurs.



Photo N° 10 : Ruche d'abeille pour la pollinisation des plants

3. La ferti irrigation :

Il est important d'installer une station automatique de ferti irrigation pour apporter les éléments fertilisants avec l'irrigation, il s'agit d'un système de bacs à savoir :

- Bac A :
- Bac B :
- Bac à acide : qui permet d'ajuster le pH de la solution au niveau souhaité pour la culture



Photo N° 11 : Station de ferti irrigation.

Tableau N°2 : Répartition des engrais dans deux bacs de solutions-mères.

Bac A	Bac B
Eau	Eau
Acide	Acide
Nitrate de potasse	Nitrate de calcium
Phosphate monopotassique	Nitrate de potassium
Sulfate de magnésium	Nitrate de magnésium
Oligoéléments	Chélates de fer
JAMAIS DE CALCIUM	JAMAIS DE SULFATES NI DE PHOSPHATES

Tableau N°3 : Répartition des engrais dans deux bacs de solutions-mères et un bac d'acide

Bac A	Bac B	Bac C
Eau	Eau	Eau
Acide	Acide	Acide
Nitrate de potasse	Nitrate de calcium	
Phosphate monopotassique	Nitrate de potassium	
Sulfate de magnésium	Nitrate de magnésium	
Oligoéléments	Chélates de fer	
JAMAIS DE CALCIUM	JAMAIS DE SULFATES NI DE PHOSPHATES	

Le bac d'acide reçoit habituellement de l'acide nitrique, mais il est possible aussi d'utiliser de l'acide sulfurique ou de l'acide phosphorique. Ce dernier est à considérer avec un intérêt tout particulier.

**Exemple de répartition des engrais dans deux bacs
de solutions-mères :**

BAC - A 1000 litres, 100x concentré		
Calciumnitrate	4,3	Kg
Nitrate acid	10,0	Litres
Potassiumnitrate	0,0	Kg
Fe-DTPA 6%	3,0	kg ou
Fe-DTPA 6% (liquid)	2,4	litres ou
EDDHA	2,9	Litres

BAC - B		
Nitrate acid	14,6	litres
Monoammoniumphosphate	10,4	Kg
NPK	52,8	Kg
Potasol	41,8	Kg
Magnesol	48,1	Kg
Manganesesulphate	352,8	Gr
Sincsulphate	224,3	Gr
Borax	261,2	Gr
Cuppersulphate	39,6	Gr
Na-molybdate	25,7	Gr

Tableau4 :répartition des engrais avec le dosage précis

4.1 Stratégies d'irrigation en culture hors sol

L'objectif de l'arrosage en sol d'une manière générale est d'éviter que l'eau ne soit retenue par des forces matricielles excessives. En sol, la stratégie d'irrigation la plus commune consiste donc à arroser pour reconstituer la réserve en eau facilement utilisable (RFU) lorsque celle-ci est épuisée.

Les stratégies d'irrigation en culture hors sol visent essentiellement à :

- Eviter le dessèchement du substrat
- Eviter l'accumulation ionique à proximité des racines
- Tenir compte des réactions particulières des plantes

La fréquence d'arrosage doit être ajustée en fonction non seulement des propriétés physiques du substrat, qui déterminent sa capacité de réhumectation, mais également des réactions particulières des plantes. En cas de doute, il est recommandé d'irriguer le plus fréquemment possible.

Quant au taux de drainage, il doit être ajusté à la concentration de la solution nutritive apportée et au climat pour lutter contre la formation de gradients de salinité à proximité des racines.

4.2 Pratique de l'arrosage en culture hors-sol

On peut distinguer deux types d'approche : la première consiste à irriguer en fonction des réactions des plantes, la seconde en fonction des pertes d'eau du système plante-substrat. Dans la deuxième approche, qui est de loin la plus courante, les pertes peuvent être estimées à partir d'une mesure :

- d'évaporation d'une bouteille d'eau ;
- De rayonnement ;
- De la différence entre volumes d'eau apportés et volumes drainés ;
- De la perte de poids du système.

- **Arrosage en fonction du rayonnement reçu**

C'est la méthode la plus couramment utilisée. Elle est fondée sur une formule empirique de calcul des pertes d'eau par évapotranspiration sous serre (ETPs).

- **Fréquence d'irrigation**

Démarrer un arrosage lorsque l'énergie solaire cumulée depuis le dernier arrosage (ESC, en J/cm²) atteint un certain seuil. Le seuil est variable en fonction du substrat. Le seuil pourra être relevé pour les substrats ayant une bonne réserve en eau (les arrosages seront moins fréquents), et devra être abaissé pour les substrats ayant une réserve en eau réduite (les arrosages seront plus fréquents).

Exemple : prenons une journée pour laquelle on prévoit de recevoir **33 MJ/m²** d'énergie solaire, correspondant à une ETPs de 7.3mm. Dans un substrat comme la fibre de coco, on peut choisir une ESC de **2 MJ/m²**, ce qui va conduire à déclencher $33/2 = 17$ arrosages journaliers. Dans un substrat comme la tourbe, on peut choisir une ESC de **4 MJ/m²**, ce qui va conduire à déclencher seulement 8 à 9 arrosages par jour.

- **Volume d'eau par irrigation**

Il devra être égal à l'ETP correspondant à ESC multipliée par un coefficient supérieur à 1 pour permettre le drainage. Dans la pratique, on applique un coefficient de 1.2 (20% de drainage) en hiver et de 1.3 (30%) en été. Ces coefficients doivent être modulés en fonction de la salinité de la solution nutritive apportée : plus élevés pour des solutions très concentrées (EC supérieure à 2mS/cm) ; ils pourront être fortement réduits lorsque la solution nutritive a une EC inférieure à 1mS/cm.

Suivi de l'arrosage en culture hors sol

Suivi du drainage avons vu que les manques d'eau devaient être absolument évités en culture hors sol et que des arrosages surabondants étaient nécessaires pour lutter contre la formation de gradients de salinité à proximité des racines, les eaux ou solutions nutritives apportées en excès étant évacuées par drainage.

Dans les serres équipées pour le recyclage des solutions nutritives, le suivi des quantités drainées est effectué automatiquement. Dans les serres équipées pour la culture hors sol en solution perdue, des points de collecte des eaux de drainage doivent être mis en place en des endroits représentatifs. Ces points de collecte doivent permettre de récupérer les eaux de drainage d'un nombre suffisant de plantes. Il est préconisé d'organiser la collecte sur au moins 4 m² de culture. Les eaux de drainage sont récupérées dans des gouttières en pente et stockées dans des contenants fermés afin de réduire les pertes par évaporation qui fausseraient les mesures. Il n'est pas possible de multiplier les points de contrôle, car le producteur ou son chef de culture ne peuvent pas consacrer trop de temps à leur surveillance. On peut appliquer la règle raisonnable

suivante : un point de mesure par zone de culture homogène, d'une surface maximale d'un hectare. Par exemple, dans une serre de tomate de 4 ha, divisée en 3 zones : 1,5 ha, 0,5 ha et 2 ha, il faut prévoir quatre points de drainage dont deux dans la dernière zone et un dans chacune des deux autres.

Les quantités de solution nutritive drainées doivent être mesurées chaque jour, au moins une fois par jour, toujours aux mêmes heures, pour pouvoir faire des comparaisons d'un jour à l'autre. Il est préférable de faire ces mesures tôt le matin, avant que les arrosages en fonction du rayonnement reçu n'aient démarrés.

En période chaude, il est recommandé de repasser à partir de midi pour vérifier qu'il n'y a pas de manque d'eau alors que les pertes par évapotranspiration sont maximales.

Concrètement, la mesure manuelle consiste à transférer le contenu des récipients de collecte dans un récipient gradué. Ces récipients doivent être bien évidemment vidés entre deux mesures.

Le suivi du drainage est l'opération la plus importante. Mais la vérification des quantités apportées est également très utile. Elle peut se faire à l'aide de volucompteurs. En l'absence de volucompteurs, il faut évaluer les apports d'eau réels par échantillonnage. En cas d'arrosage par goutteurs, des bouteilles à col étroit, limitant les pertes par évaporation, sont placées sous des goutteurs en surnombre, généralement situés en bout de ligne, mais de préférence à proximité des points de drainage.

Les quantités apportées doivent être mesurées une fois par jour, toujours au même moment, idéalement le matin, en même temps que les quantités drainées. La mesure des quantités d'eau réellement apportées permet de corriger le calcul du taux de drainage qui est habituellement effectué en fonction de données théoriques sur les volumes apportés. **Attention** : il faut évaluer les apports sur un nombre suffisant d'échantillons car les débits sont extrêmement variables d'un goutteur à un autre, en particulier en fonction de leur position sur les rampes.

L'évaluation régulière des apports d'eau renseigne également sur le débit des goutteurs. S'il apparaît que celui-ci a baissé, on peut le corriger en jouant sur la manette du régulateur de pression. Les baisses de débit sont le plus souvent dues à des phénomènes de bouchages.

Suivi et entretien des goutteurs

Le système d'arrosage le plus courant en culture hors sol est le goutte à goutte.

Une bonne filtration en amont et le recours aux solutions nutritives concentrées, simples ou complètes, permettent de réduire très fortement les risques de bouchage.

Une sage mesure consiste à envoyer une solution acide dans le réseau, une fois par an au moins. A un niveau pratique, il faut envoyer une solution concentrée en acide jusqu'à ce que les derniers goutteurs émettent une solution ayant un pH inférieur à 3. Attention à retirer les goutteurs de leur position habituelle au pied des plantes avant de procéder à cette opération, afin de ne pas les laisser goutter sur le substrat.

La vérification des filtres de la station de tête doit être réalisée au moins une fois par mois, en fonction de la qualité de l'eau utilisée.

5.La récolte :

La récolte est à effectuer avec un petit couteau ou un sécateur désinfecté pour ne pas abîmer les autres fruits

Si il y a des fruits endommagés : les trier, les sortir immédiatement de la serre et les brûler

Nettoyage de la serre :

- Enlever les résidus de la culture précédente
- Les sortir de la serre
- Les brûler dans un endroit à l'écart
- Appliquer un insecticide polyvalent(insecticide,acaricide)en traitement de l'infrastructure
- Faire un vide phytosanitaire

Chapitre III : résultats et discussions

1. Récoltes et rendements:

	Calibre				Nbre de fruit Total
	> 7 cm	5-7 cm	< 5 cm	< 3 cm	
Fibre noix de coco 100%	718	267	33	-	1018
Palmier 100%	550	353	143	12	1058
Pouzzolane 100%	418	205	44	3	670
Palmier 70% / Perlite 30%	543	354	98	22	1017
Palmier 30% / Perlite 70%	800	359	98	2	1259
Palmier 50% / Perlite 50%	664	325	62	2	1053

Tableau N°5: Répartition des classes de calibres des fruits par traitement

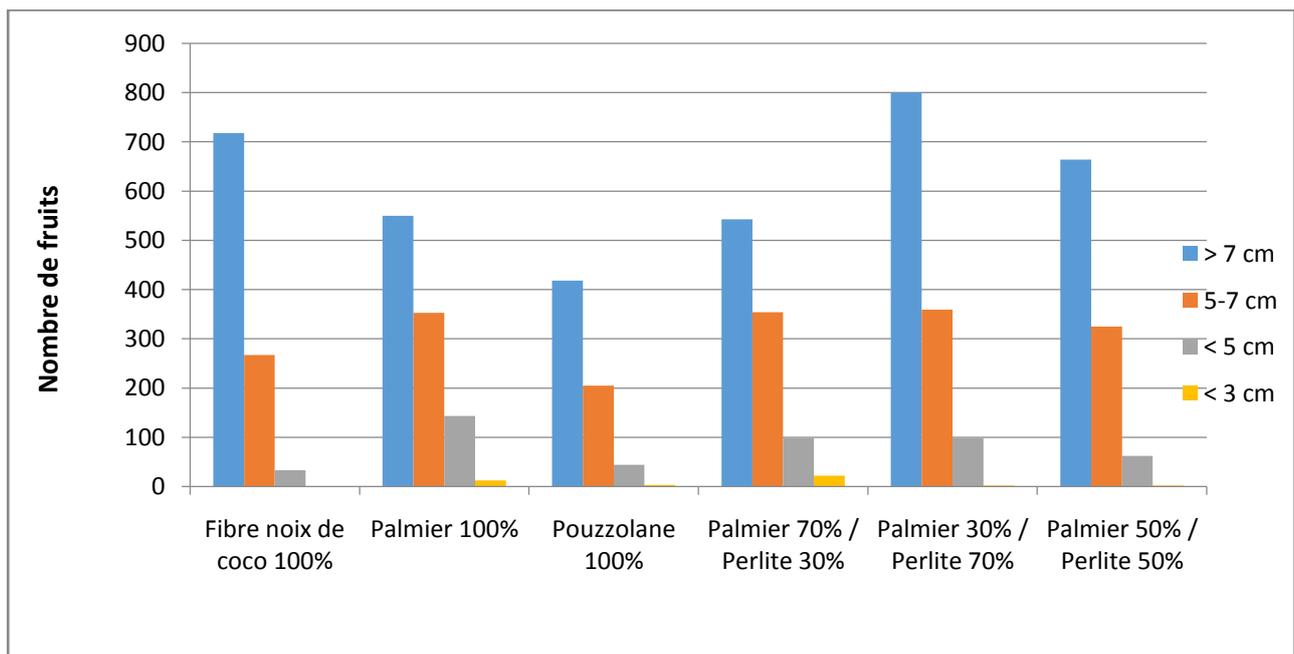


Figure N° 4: Répartition des classes de calibres par traitement.

-La figure suivante représente la répartition des classes de calibres par traitement/

D'après les résultats obtenus, et quelque soit le traitement, la classe de calibre supérieur à 7 cm représente 70% des fruits récoltés du traitement fibre de coco 100% suivi des autres traitements.

Il en ressort que la variété utilisée à savoir Valouro est caractérisé par un grand calibre > à 7cm. Cependant, le nombre de fruits obtenu ne signifie pas forcément un rendement plus élevé. Ceci est d'autant plus vrai dans une même classe de calibre. En effet même si le nombre de fruits dans la classe de calibre > 7cm est nettement plus supérieur pour le traitement (Palmier 30% / Perlite 70%) comparé à celui du (Fibre noix de coco 100%), ne signifie pas forcément que le poids obtenu est supérieur. Ceci peut être expliqué par le large intervalle de la classe de calibre >7cm.

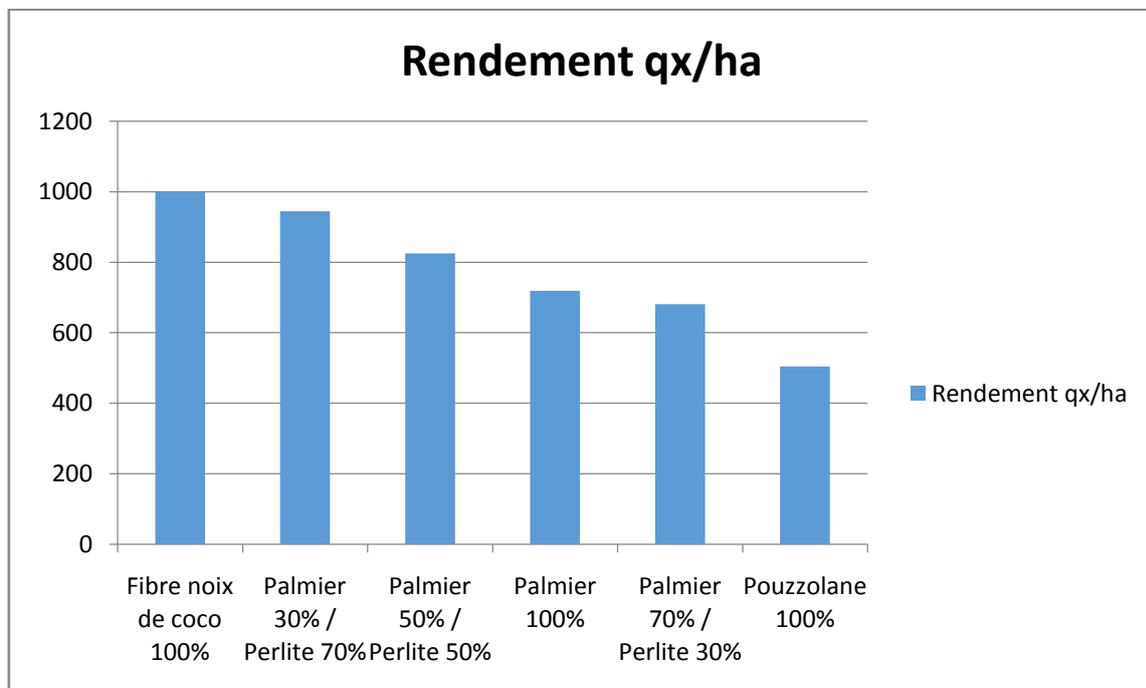


Figure N°5: Rendements obtenus par substrats (traitement) en Qx/ Ha

1. Interprétation des résultats :

L'analyse statistique des données montre une différence significative du rendement entre les différents substrats.

Le rendement le plus élevé a été observé sur le substrat de **fibres de noix de coco** avec **(1000 q/ha)** (substrat de référence) suivi par :

30% palmier 70% Perlite (944 q/ha),

50% palmier 50% Perlite (825 q/ha),

100% palmier (719q/ha),

70% palmier 30% Perlite (680 q/ha),

Pouzzolane (504 q/ha).

Les faibles rendements obtenus sur pouzzolane sont due au compactage de ce dernier, ce qui a provoqué un mauvais développement racinaires du plant de tomate. Ceci nous incite à améliorer la texture du substrat.

Pour le 100% palmier et 70% PM 30%PR, nous avons constaté à mainte reprise un stress hydrique des plants durant les fortes chaleurs enregistrés durant le mois d'Avril et Mai 2016. Ce qui s'est répercuté sur les rendements obtenus. Donc une adaptation du régime des irrigations pour chaque type de substrat s'impose.

Conclusion

En guise de conclusion la culture sous serres multi chapelles à couverture plastique a bel et bien connue ses limites. Par conséquent, elle présente un risque majeur lié surtout à l'infestation des sols par différents parasites. Les soi-disant solutions apportées jusqu'à lors sont d'ordre chimique uniquement. En déplaçant les serres sur d'autres parcelles saines elles aggravent d'avantage l'infestation des sols par les parasites et les champignons telluriques. Pour pallier à ce problème de contaminations des sols et ses conséquences sur les rendements, nous envisageons le recours à l'usage de la technique hors sol de la production de la tomate. Cette technique présente l'opportunité de cultiver différentes plantes au même endroit, sans préparation particulière du sol. Notre travail principal consiste au suivi de la culture hors sol de la tomate. Il s'agit en somme de comparer l'effet des différents substrats avec sol en butte et sans butte sur le rendement et la qualité de la production de la tomate en hors sol dans le sens d'amélioration des substrats locaux (palmier) par des combinaisons avec d'autres substrats (perlite). Les résultats obtenus sont satisfaisants et montrent que le rendement le plus élevé a été observé sur le substrat de fibres de noix de coco avec (1000 q/ha) (substrat de référence) suivi par : 30% palmier 70% Perlite (944 q/ha), 50% palmier 50% Perlite (825 q/ha), 100% palmier (719q/ha), 70% palmier 30% Perlite (680 q/ha), Pouzzolane (504 q/ha). Les faibles rendements obtenus sur pouzzolane sont dus au compactage de ce dernier, ce qui a provoqué un mauvais développement racinaires du plant de tomate. Ceci nous incite à améliorer la texture du substrat.

Sur le plan qualitatif, quelque soit le traitement adopté, la classe de calibre supérieur à 7cm représentant 70% des fruits récoltés revient au traitement fibre de coco à 100% suivi des autres traitements.

Comme perspective, nous suggérons la génération de la culture hors sol avec le choix judicieux de substrat constitué de matériau local et une maîtrise du transfert de connaissances.

Résumé

En raison des difficultés que provoque la contamination des sols des cultures sous serre, notre travail consiste au suivi de la culture hors sol de la tomate. La mise en place de trois substrats artificiels sur sol en butte et sur sol sans butte permet de comparer les rendements et d'apprécier la qualité du produit. Les résultats obtenus sont intéressants et montrent que le traitement aux fibres de noix de coco est le plus élevé. Les faibles rendements sur pouzzolane sont dus au compactage de ce dernier, ce qui a provoqué un mauvais développement racinaire du plant de tomate. Ceci nous incite à améliorer la texture du substrat. S'agissant de la qualité du fruit, quelque soit le traitement adopté, la classe de calibre supérieur à 7cm représentant 70% des fruits récoltés revient au traitement fibre de coco à 100% suivi des autres traitements en culture hors sol.

Mots clés : culture sous serre, hors sol, tomate, fibre de coco.

ABSTRACT

Due to the difficulties caused by soil contamination in greenhouse crops, our work involves monitoring the above ground crop of tomatoes. The placement of three artificial substrates on hill-ground and on hill-free soil makes it possible to compare yields and to assess the quality of the product. The results obtained are interesting and show that the treatment with coconut fibers is the highest. The low yields on pozzolana are due to the compaction of the latter, which caused a poor root development of the tomato plant. This encourages us to improve the texture of the substrate. Regarding the quality of the fruit, regardless of the treatment adopted, the class of caliber greater than 7cm representing 70% of the fruits harvested returns to the 100% coconut fiber treatment followed by other treatments in soil-less cultivation.

ملخص

ونظرا للصعوبات الناجمة عن تلوث التربة في محاصيل الاحتباس الحراري، يتضمن عملنا مراقبة محصول البندورة فوق سطح الأرض تركيب ثلاثة ركائز اصطناعية على الأرض في جذوع وعلى التربة دون توقف يجعل من الممكن لمقارنة الغلة ونقدر جودة المنتج. النتائج التي تم الحصول عليها هي مثيرة للاهتمام وتبين أن العلاج مع ألياف جوز الهند هو الأعلى . ويعزى انخفاض الغلة على البوزولانا إلى ضغط هذا الأخير، مما تسبب في ضعف التنمية الجذرية لنبات الطماطم. وهذا يشجعنا على تحسين نسيج الركيزة. وفيما يتعلق بنوعية الفاكهة، وبغض النظر عن المعاملة المعتمدة، فإن فئة العيار التي تزيد عن 7 سم تمثل 70% من الثمار المحصودة تعود إلى معالجة ألياف جوز الهند 100% تليها علاجات أخرى في زراعة التربة.

Références bibliographiques

1. . Alain Vitre.,2003 *Fondements&Principes du hors-sol*. Guidepratiquep 1-10
2. . Anonyme., *Note technique: La culture hors sol*,. Département dela Recherche
3. . ITCMI., 2012.*La culture en hors solsituation et perspectives*.Ed.ITCMI.26p.
4. .JeffreyWinterborne. 2005.*Hydroponicist Indoor Horticulture*.p 258
5. .Philip Morard., 1995. Les culture végétales hors sol. Ed. publication agricole agen .p 54

AgronomiqueAppliquée2010

6. Morel Ph.,Poncet L., RivièreL.M., 2000.*Les supports de culture horticoles*.INRA Editions. 87p

webographie

www.gralon.net