

**UNIVERSITE SAAD DAHLAB DE BLIDA**  
**Faculté des Sciences Agronomiques et Vétérinaires**  
Département d'Agronomie

## **MEMOIRE DE MAGISTER**

en Agronomie

Spécialité : Amélioration des Productions Végétales

EFFET D'UN ANTI-STRESS : LE FERTIACYL  
EN AGRICULTURE SOUS CONDITION SALINE

Par

**Rachid MOSTEFAOUI**

devant le jury composé de :

M. Benmoussa	Professeur, U. de Blida	Président
S.A. Snoussi	Professeur, U. de Blida	Promoteur
A. Achouch	Professeur, U. de Blida	Examineur
S.A. Boutahraoui	Chargé de cours, U. de Blida	Examineur

Blida, mai 2007

## RESUME

**L'étude de la croissance végétative et le développement des plantes de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) au niveau de deux variétés (Marmande et Saint-pierre) a été sous serre avec le procédé hors-sol, en présence d'un engrais liquide à propriété d'anti-stress le "Fertiactyl" appliqué dans deux solutions nutritives salines et sous l'action du lessivage à raison d'une et deux applications par semaine. L'équilibre nutritionnel dans la solution saline corrigée a permis d'augmenter les paramètres de croissance, contrairement à la solution saline naturelle qui a limité la croissance des plantes au niveau des deux variétés. Le nombre de fruits est aussi augmenté par la solution saline corrigée alors que leur poids reste faible. Le Fertiactyl semble améliorer la croissance végétative aérienne des plantes de tomate au niveau de la solution saline corrigée, et a donné une meilleure production en fruits quelque soit la fréquence de lessivage. La variété Saint-pierre s'est montrée plus résistante en milieu salé que la variété Marmande de point de vue croissance végétative et rendement. La qualité des fruits est améliorée au niveau de la solution saline corrigée renferment le Fertiactyl avec application de lessivage un jour sur sept, notamment au niveau de la teneur en matière sèche, en acides titrables et en vitamine C. L'adjonction du Fertiactyl avec application d'un lessivage par semaine semble contribuer à une meilleure qualité des fruits. Le Fertiactyl et le lessivage participent à une meilleure résistance de la tomate aux conditions salines.**

**Mots clés :** tomate ; hydroponie ; anti-stress (Fertiactyl) ; salinité ; Marmande ; Saint-pierre.

## المخلص

دراسة النمو الخضري و التطور لنباتات الطماطم (*Lycopersicum esculentum* Mill.) لدى نوعين منها (مارموند و سان بيار) تم اخل بيت بلاستيكي و بأسلوب الزراعة خارج التربة ، بوجود سماد سائل ذو خاصية ضد الإجهاد "الفارتي أكتيل" مع محلولين مغذيين مالحين و تحت تأثير عملية الغسل مرة أو مرتين في الأسبوع . التوازن الغذائي الموجود في المحلول الملحي المعدل أدى إلى حدوث ارتفاع في معالم النمو عكس المحلول الملحي الطبيعي الذي حد من نمو النباتات لدى كلا النوعين. كمية الثمار ازدادت أيضا مع المحلول الملحي المعدل عكس وزنها الذي بقي ضئيلا. يبدو أن الفارتي أكتيل يحسن النمو الخضري للقسم الهوائي من نباتات الطماطم عند تطبيقه مع المحلول الملحي المعدل، يعطي أفضل إنتاج من الثمار مهما كانت فترة الغسل . النوع سان بيار أظهر مقاومة أكثر في الوسط المالح مقارنة بالنوع مارموند ناحية النمو الخضري و الإنتاج . نوعية الثمار تحسنت مع المحلول الملحي المعدل الذي يحتوي الفارتي أكتيل مع تطبيق الغسل مرة في الأسبوع و هذا طبعاً بالنسبة لكمية المادة الجافة، الأحماض المعيرة و الفيتامين ج. يبدو أن إضافة الفارتي أكتيلو تطبيق الغسل مرة في الأسبوع يساعدان على الحصول على نوعية ثمار أفضل. الفارتي أكتيل و عملية الغسل يساهمان في تحسين مقاومة الطماطم لظروف الوسط المالح.

**الكلمات الدالة :** الطماطم؛ الزراعة المائية؛ مضاد للإجهاد (الفارتي أكتيل)؛ ملوحة؛ مارموند؛ سان بيار.

## ABSTRACT

**The study of vegetative growth and development of tomato plants (*Lycopersicon esculentum* Mill.) in two varieties (Marmande and Saint-pierre) was made in greenhouse with soilless process culture, in presence of liquid manure for anti-stress property the “Fertiactyl” applied in two saline nutrients solutions and under influence of washing at raison of one or two applications by weekend. The nutritional equilibrium in the adjusted saline solution increases the growth parameters, contrary to the natural saline solution, which limited plants growth in the two varieties. The fruit number is also increased by the adjusted saline solution, whereas the increase in fruit weight was low. The Fertiactyl seems ameliorated shoot growth of tomato plants in the adjusted saline solution, and give the highest yield for any frequency of washing. The Saint-pierre variety was found more resistant to salinity than Marmande variety, regarding both the vegetative growth and yield. Fruit quality was improved with adjusting saline solution that include the Fertiactyl and with application of washing one day in weekend, by the increase in the content of dry matter, titrable acid and vitamin C. The adjunction of Fertiactyl with one washing application by weekend appeared to contribute to the best quality of fruit. The Fertiactyl and the washing seem better to participate on salts conditions resistance of tomato.**

**Key words:** tomato; hydroponics; anti-stress (Fertiactyl); salinity; Marmande; Saint-pierre.

## **REMERCIEMENTS**

Mon premier remerciement est adressé à notre dieu, qui grâce à lui j'ai pu poursuivre ce travail, ainsi que mes parents.

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude à mon promoteur Mr SNOUSSI S.A., Professeur à l'université de Blida, pour les conseils apportés et les encouragements.

Mes remerciements vont à Mr BENMOUSSA M., Professeur à l'université de Blida, qui ma fait l'honneur de présider le jury.

A Mr ACHOUCH A., Professeur à l'université de Blida et Mr BOUTAHRAOUI S.A., Chargé de cours à l'université de Blida, pour avoir accepté d'examiner et juger ce travail.

Je tiens aussi à remercier le responsable de laboratoire des cultures maraîchères Mr AIT SAADI N., pour les aides qu'il ma apportées le long de ce travail, ainsi que ceux qui ont m'aidé de près ou de loin à l'élaboration de ce travail.

## TABLE DES MATIERES

RESUME	2
REMERCIEMENTS	4
TABLE DES MATIERES	5
TABLE DES ILLUSTRATIONS, GRAPHIQUES ET TABLEAUX	7
INTRODUCTION	9
CHAPITRE 1. GENERALITES SUR LA CULTURE DE TOMATE	11
1.1. Origine et historique de la plante	11
1.2. Classification et description morphologique	11
1.3. Importance économique	12
1.4. Exigences	13
CHAPITRE 2. NOTIONS GENERALES SUR LA CULTURE HYDROPONIQUE	16
2.1. Définition	16
2.2. Avantages de la technique de culture hors-sol	16
2.3. Les composantes du système hydroponique	17
2.4. La culture de tomate conduite en hors-sol	19
CHAPITRE 3. NUTRITION HYDROMINERALE DES PLANTES	21
3.1. Généralités	21
3.2. Nutrition hydrique	21
3.3. Nutrition minérale	21
3.4. La fumure minérale	25
CHAPITRE 4. LA SALINITE DES EAUX ET DES SOLS	28
4.1. Définition	28
4.2. Les eaux salines	28
4.3. Les sols salés	29
4.4. Effet des sels sur la plante	30
4.5. Tolérances des plantes à la salinité	31
4.6. Lessivage des sels	32
CHAPITRE 5. MATERIEL ET METHODES	33
5.1. Matériel végétal	33
5.2. Conditions expérimentales	33
5.3. Description des différents traitements	35
5.4. Dispositif expérimental	36
5.5. Formulation des différents traitements	38
5.6. Conduite de la culture	42
5.7. Les paramètres mesurés	44
5.8. Estimation du bilan d'absorption hydrominérale	47
5.9. Analyse statistique	48

CHAPITRE 6. RESULTATS ET DISCUSSIONS	49
6.1. Paramètres de croissance	49
6.1.1. Vitesse de croissance	49
6.1.2. Hauteur finale des plantes	51
6.1.3. Diamètre final des tiges	53
6.1.4. Nombre final des feuilles	55
6.1.5. Poids frais total des plantes	57
6.1.6. Poids frais des feuilles	59
6.1.7. Poids frais des tiges	61
6.1.8. Poids sec total des plantes	63
6.1.9. Poids sec des feuilles	65
6.1.10. Poids sec des tiges	67
6.1.11. Taux d'eau total dans les plantes	69
6.1.12. Taux d'eau dans les feuilles	71
6.1.13. Taux d'eau dans les tiges	73
6.1.14. Distance entre les bouquets	75
6.2. Rendement et facteurs du rendement	77
6.2.1. Précocité à la floraison et à la nouaison	77
6.2.2. Nombre de fleurs	79
6.2.3. Nombre de fruits	80
6.2.4. Taux d'avortement	81
6.2.5. Production par plante	83
6.2.6. Calibre des fruits	85
6.3. Paramètres de qualité	86
6.3.1. Qualité organoleptique et nutritionnelle	86
6.3.1.1. Taux de sucres totaux	86
6.3.1.2. Vitamine C	86
6.3.1.3. Acidité titrable	87
6.3.2. Paramètres morphologiques	88
6.3.2.1. Taux de matière sèche des fruits	88
6.3.2.2. Epaisseur du péricarpe	88
6.3.2.3. Nombre de loges	89
6.4. Absorption hydrominérale des plantes de tomate	89
6.5. Discussion générale	91
CONCLUSION	94
REFERENCES	96
APPENDICES	
A. Solution nutritive standard (T <sub>4</sub> )	101
B. Analyse de la variance	102
C. Images photographiques	113

## LISTE DES ILLUSTRATIONS, GRAPHIQUES ET TABLEAUX

Figure 5.1	Schéma de dispositif expérimental	37
Figure 6.1	Vitesse de croissance de la variété Marmande	49
Figure 6.2	Vitesse de croissance de la variété Saint-pierre	49
Tableau 1.1	Evolution des superficies, du rendement et de la production de la tomate en Algérie	12
Tableau 1.2	Températures favorables aux différents stades de développement de la tomate	13
Tableau 1.3	Prélèvement des éléments minéraux par la tomate en (Kg/Ha)	15
Tableau 4.1	Classification des eaux saline	29
Tableau 5.1	Moyenne des températures par décade de la serre	34
Tableau 5.2	Teneur des différents éléments minéraux contenus dans l'eau de Blida	38
Tableau 5.3	Eau de oued Chlef naturelle	40
Tableau 5.4	Eau de oued Chlef naturelle, reconstituée avec l'eau de Blida	40
Tableau 5.5	Eau de oued Chlef corrigée, reconstituée avec l'eau de Blida	41
Tableau 5.6	Composition des solutions complémentaires d'oligo-éléments A et B	42
Tableau 5.7	Doses et fréquences des arrosages pour la culture	43
Tableau 6.1	Hauteur finale des plantes (cm)	51
Tableau 6.2	Diamètre final des tiges (cm)	53
Tableau 6.3	Nombre final des feuilles par plante	55
Tableau 6.4	Poids frais total des plantes (g)	57
Tableau 6.5	Poids frais des feuilles (g)	59
Tableau 6.6	Poids frais des tiges (g)	61
Tableau 6.7	Poids sec total des plantes (g)	63
Tableau 6.8	Poids sec des feuilles (g)	65
Tableau 6.9	Poids sec des tiges (g)	67
Tableau 6.10	Taux d'eau total dans les plantes (%)	69
Tableau 6.11	Taux d'eau dans les feuilles (%)	71
Tableau 6.12	Taux d'eau dans les tiges (%)	73
Tableau 6.13	Distance entre les bouquets (cm)	75
Tableau 6.14	Précocité (jours après repiquage)	77
Tableau 6.15	Nombre de fleurs	79

Tableau 6.16	Nombre de fruits	80
Tableau 6.17	Taux d'avortement des fleurs (%)	81
Tableau 6.18	Production par plante (g)	83
Tableau 6.19	Calibre des fruits (%)	85
Tableau 6.20	Taux de sucres totaux (%)	86
Tableau 6.21	Vitamine C (mg/100g de produit)	87
Tableau 6.22	Acidité titrable (g d'acide citrique/100g du jus)	87
Tableau 6.23	Taux de matière sèche des fruits (%)	88
Tableau 6.24	Épaisseur du péricarpe (mm)	88
Tableau 6.25	Nombre de loges des fruits	89
Tableau 6.26	Taux d'absorption hydrominérale (%)	90

## INTRODUCTION

L'intensification des cultures maraîchères semble être une nécessité à cause de la demande toujours croissante. Cette intensification nécessite l'étude avec la plus grande attention de tous les facteurs de production.

A la première place des légumes produits dans le monde, la tomate représente des enjeux économiques considérables tant au niveau de la commercialisation de ses fruits que des fournitures et des équipements [1].

En Algérie, la culture de la tomate possède un intérêt considérable puisqu'elle occupe la deuxième place en maraîchage après la pomme de terre.

Les besoins en fruits frais de cette culture s'accroissent d'une année à l'autre sans cesse, accentués par une forte pression démographique et vu l'extension de l'urbanisme et le manque des terres arables, sa production s'avère insuffisante pour satisfaire les besoins de notre population. A cet effet, il est nécessaire de diriger l'alimentation nutritive de cette culture en vue d'augmenter son rendement et d'améliorer sa qualité.

Lorsque les caractéristiques du sol sont trop éloignées des exigences de l'espèce cultivée accompagnées d'une insuffisance des ressources hydriques et d'un niveau de salinisation élevé, les rendements deviennent aléatoires et la qualité irrégulière.

Dans ce cas, le procédé de culture hors-sol pourrait être un moyen efficace pour y remédier à cette situation. Celui-ci connaît un développement important dans le monde et qui nous permet selon MORAL et *al.* [2], d'avoir une approche de la dynamique des éléments absorbés par la plante, ainsi que leur accumulation dans les diverses parties végétatives de la plante.

Il est important de savoir que la culture de tomate est extrêmement exigeante en eau et en éléments minéraux en conditions salines. L'apport des éléments minéraux indispensables et complémentaires à la plante sous forme d'engrais apparaît un facteur essentiel permettant une augmentation du rendement en qualité et en quantité, surtout si ce dernier renferme des propriétés d'anti-stress, généralement observé chez les cultures hors-sol.

L'excès de sels qui résulte de l'utilisation des eaux salines réduit le rendement de la tomate, ceci est causé principalement par l'augmentation de la pression osmotique [3,4]. L'application de lessivage semble un moyen efficace pour s'affranchir de cette contrainte.

C'est dans ce cadre qui s'inscrit notre étude portant sur l'effet de l'engrais liquide le Fertiactyl sur deux variétés de tomate (*Lycopersicum esculentum Mill.*) Marmande et Saint-pierre dans un milieu salé en présence d'une eau d'irrigation non conventionnelle.

La technologie adoptée est d'une part la synthèse de milieux aqueux convenables à la nutrition des plantes de tomate et ce à partir des eaux non conventionnelles et d'autre part, identifier le comportement de deux variétés de tomate en présence et en absence du Fertiactyl et à raison d'une ou de deux fréquences de lessivage par semaine.

## CHAPITRE 1

### GENERALITES SUR LA CULTURE DE TOMATE

#### **1.1. Origine et historique de la plante**

Selon PAPADOPOULOS [1], la tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) fut d'abord cultivée au Pérou, pays d'origine de la pomme de terre. Elle proviendrait d'une solanée sauvage, une tomate cerise qui existe encore au Mexique dans la région de Veracruz. Les plantes étaient semblables à la vigne et donnaient des petits fruits connus localement sous le nom de tomalt. Les conquérants espagnols découvrirent alors des fruits amers de la grosseur d'une cerise et la rapportèrent en Europe.

Introduite en Europe au XVI<sup>e</sup> siècle, elle resta longtemps une plante ornementale et ne connut une véritable extension qu'au cours du XIX<sup>e</sup> siècle [5].

Elle fut introduite en Algérie par les espagnols au XVII<sup>e</sup> siècle. Elle a commencé dans la région d'Oran en 1905 puis elle s'étendit vers le centre du pays [6].

#### **1.2. Classification et description morphologique**

D'après PAPADOPOULOS [1], le genre *Lycopersicum* de la famille des solanacées se divise en deux sous-genres, *Eulycopersicum* et *Eriopersicum*, et ce dernier renferme les espèces *Lycopersicum pimpinellifolium* et *Lycopersicum esculentum*. L'espèce *Lycopersicum pimpinellifolium* est souvent désignée sous le nom de tomate groseille ou tomate à grappes, et ses fruits mesurent moins de 10 mm de diamètre.

La tomate est une Plante herbacée annuelle originaire des Andes et d'Amérique centrale, à port buissonnant retombant en l'absence totale de taille. Les fleurs sont groupées en inflorescences (cymes). Le fruit est une baie à 2 ou 3 loges, de forme variée, de couleur jaune à rouge [7].

La tomate est une plante annuelle qui appartient à la famille des Solanacées. Elle se caractérise par un port buissonnant et un système racinaire bien développé, pivotant avec nombreuses racines secondaires [8].

Selon KOLEV [6], la diversité variétale de la tomate est extrêmement grande. On connaît jusqu'à présent plus de 1000 variétés qu'on peut les classer en deux groupes : les variétés fixées et les hybrides.

▪ les variétés fixées

Les variétés fixées sont obtenues par autofécondation d'individus homozygotes qui se reproduisent semblables à eux-mêmes de génération en génération [9].

▪ les hybrides

Les hybrides F<sub>1</sub> sont issus de l'hybridation de deux lignées homozygotes. Ses caractères résultent de la conjonction des informations génétiques fournies par chacun des deux parents [10].

Selon les variétés, la croissance peut être déterminée ou indéterminée. Dans le premier cas, la tige s'arrête après avoir produit un nombre de bouquets variable (par exemple 4 à 7 selon l'environnement, pour l'hybride Montfavet H63-4). Dans le deuxième cas, l'axe principal poursuit normalement sa croissance ; on doit le pincer au-dessus du nombre de bouquets désiré. Ces derniers apparaissent en moyenne toutes les trois feuilles [5].

### 1.3. Importance économique

La tomate est l'une des cultures la plus pratiquée dans le monde. Dans beaucoup de pays, elle occupe la première place des espèces cultivées sous serres [11].

En Algérie, la tomate a pu gagner une place importante dans l'économie du pays, c'est un légume de base pour la population algérienne et elle prend le deuxième rang en maraîchage après la pomme de terre.

Tableau 1.1 : Evolution des superficies, du rendement et de la production de la tomate en Algérie [12].

	Année									
	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Superficie (Ha)	46690	42020	43330	46170	55210	43910	39830	42510	47000	47000
Rendement (T/Ha)	18.39	17.11	15.89	16.29	17.29	18.60	20.85	19.17	18.87	18.72
Production (T)	858637	719000	688527	752277	954804	816839	830531	814941	887097	880000

Ce tableau montre que la production, les superficies et les rendements de la tomate durant cette période sont restés plus ou moins stationnaires et cela malgré l'application des nouvelles techniques de production et l'introduction de matériel végétal performant.

## **1.4. Exigences**

### **1.4.1. Exigences climatiques**

#### **1.4.1.1. Température**

Les conditions de température moyenne de l'air et du sol les plus favorables à la tomate aux différents stades de son développement, peuvent être résumées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 1.2 : Températures favorables aux différents stades de développement de la tomate [11].

Stade de développement	Température du sol (°C)	Température de l'air (°C)
Germination (avant levée)	20 - 30	20
Elevage de plants en pépinière	20 - 25	26 (jour) 20 (nuit)
Plante en culture : - Développement végétal - Floraison	15 - 18	Thermo-périodisme journalier 20 - 23 (jour) 15 - 17 (nuit)
Fructification : - Pollinisation - Fécondation - Nouaison	15 - 20	20 - 25 (jour) 15 - 17 (nuit)
Développement des fruits	18 - 20	20 - 23

Selon CHAUX et FOURY [13], les interactions qui peuvent exister entre la température de l'air et du substrat influent de manière directe sur l'absorption minérale, par exemple :

- des températures élevées au niveau des racines (25-30°C) conjuguées à des basses températures de l'air (15-18°C) provoquent un excès d'azote dans le système végétatif, se traduit par des risques importants de coulures des fleurs ;
- l'effet néfaste des basses températures de l'air (12-15°C) sur l'alimentation en potasse est accentué par des températures du même ordre au niveau des racines, réduisant fortement la perméabilité membranaire ;
- l'abaissement des températures racinaires au dessous de 15°C peut, même à température optimale de l'air, engendrer des carences en fer.

#### **1.4.1.2. Humidité**

Les effets de l'humidité relative sur le rendement de la tomate ne sont pas bien connus. La culture peut supporter une humidité relative qui varie de très faible à très élevée, pourvu que les écarts ne soient pas trop prononcés ou fréquents [1].

Selon CHAUX et FOURY [13], l'humidité durant la phase végétative doit être maintenue à 70-80%. Au-delà, cas assez fréquent dans les abris plastiques, les risques de Botrytis augmentent. Tandis qu'au moment de la floraison, il est souhaitable de descendre à 60%, afin de faciliter la dispersion du pollen.

#### **1.4.1.3. Lumière**

Selon ANONYME in ZOUAOUI [14], la tomate n'est pas sensible au photopériodisme, mais son développement végétatif et sa fructification sont étroitement liés à l'éclairement. Le manque de lumière entraîne l'étiollement des plants, une baisse de rendement et une perte de précocité.

#### **1.4.1.4. Circulation de l'air**

D'après PAPADOPOULOS [1], la circulation horizontale de l'air est utile pour diverses raisons. On recommande un déplacement d'air d'environ 1 m/s qui fait bouger légèrement les feuilles. La circulation horizontale de l'air contribue à réduire les gradients de température de l'air dans la serre, à supprimer l'humidité dans la partie la plus basse de la serre (sous le feuillage), à répartir l'humidité dans le reste de la serre, à faire descendre le gaz carbonique accumulé au sommet de la serre et à le faire pénétrer dans le couvert végétal où il est absorbé et fixé par photosynthèse, et même à favoriser la pollinisation.

#### **1.4.2. Exigences hydriques**

C'est un facteur important du rendement et de la qualité, notamment, du calibre. Les erreurs sont beaucoup moins bien «encaissées» par la plante sous abri qu'en plein air. Les besoins sont surtout importants à partir de la floraison du 2<sup>ème</sup> bouquet [13].

MOUHOUCHE [15] a constaté que les besoins hydriques de la tomate varient en fonction de stade de développement, de la saison de culture, du mode de conduite et de la variété cultivée.

#### **1.4.3. Exigences édaphiques**

La tomate s'adapte à de nombreux types de sols pour peu qu'ils soient profonds et suffisamment perméables [5].

Selon ANONYME [7], les sols sablo-argileux drainant semblent les plus conseillés pour une alimentation minérale et hydrique régulière.

La tomate tolère des pH variant entre 4.5 et 8.2. Elle est considérée comme une plante assez tolérante aux sels [11]. Le meilleur équilibre nutritionnel étant assuré entre pH 6.0 et 7.0 [13].

#### **1.4.4. Exigences nutritionnelles**

Selon CHAUX [5], la tomate se classe parmi les espèces exigeantes en éléments fertilisants. Les fumures organiques ne suffiraient pas à elles seules à entretenir cette culture.

D'après MUSARD [16], la production en rendement et en qualité d'une culture de tomate est fortement influencée par son alimentation en eau et en éléments minéraux.

Les besoins en éléments fertilisants sont importants. Ils demandent à être ajustés en fonction de la stratégie de ferti-irrigation et du rendement escompté [7].

Les prélèvements des éléments minéraux par une culture de tomate sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 1.3 : Prélèvement des éléments minéraux par la tomate en (Kg/Ha) [17].

Elément	N	P	K	S	Ca	Mg	B	Fe	Mn	Zn	Cu
Prélèvement	180	24.6	279.6	22.37	125.1	25.72	0.10	0.78	1.08	-	0.13

## **CHAPITRE 2**

### **NOTIONS GENERALES SUR LA CULTURE HYDROPONIQUE**

#### **2.1. Définition**

Le terme hydroponique désigne, de façon générale, les différents procédés de culture sans sol. Ceux-ci consistent à cultiver des plantes dans des bacs remplis d'eau ou de tous autres matériaux non terreux tels que le gravier, le sable, la vermiculite, la laine de roche ou encore les matériaux plus exotiques tels que la brique concassée, les cendres et même le polystyrène [18].

JEANNEQUIN [19] ajoute que le terme culture hors-sol regroupe un ensemble de systèmes de production qui permettent aux plantes de se développer en faisant abstraction du sol en place.

D'après MORARD [20], les cultures hors-sol ou sans sol se définissent 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.

Pour les physiologistes, les cultures sans sol, ont une longue histoire qui commence aux environs de 1860. Ce n'est cependant qu'en 1940 qu'est définitivement établie la liste exhaustive des éléments indispensables à la croissance normale de la plante hors de son milieu. Dès lors, l'introduction des techniques de culture hors-sol dans le domaine agricole peut être envisagée. Elles y font effectivement leur entrée, à cette même époque, timidement et seulement dans des situations exceptionnelles [21].

En réalité, la culture hors-sol n'a connue un essor considérable et un véritable développement en France et en Europe que pendant les années de 1975 à 1980, surtout pour les cultures sous serre [20].

#### **2.2. Avantages de la technique de culture hors-sol**

D'après URBAN [22], le développement considérable des cultures hors-sol se justifie par les avantages suivants :

- l'utilisation de matériel végétal sain avec de substrats désinfectés permet de lutter contre le développement des maladies d'origine tellurique ;
- cette technique permet de maîtriser l'alimentation hydrominérale des plantes et ceci réside dans le fait qu'elle exerce un contrôle plus précis et une grande régularité des apports hydriques et minéraux induisant un accroissement du rendement, un gain de

précocité et une très grande économie en eau et en sels minéraux. Le stress hydrique et salin, les carences, les toxicités minérales et l'asphyxie racinaire peuvent être évités ;

- enfin, plusieurs opérations peuvent être suspendues dans cette culture tels que : le labour, désherbage, hersage, binage, etc.

### **2.3. Les composantes du système hydroponique**

D'après VILAIN [23], un système de production hors-sol se définit par les composantes suivantes : la nature de la plante cultivée, la technique utilisée, nature de substrat et du conteneur, système de distribution de la solution nutritive et son mode de conduite.

#### **2.3.1. Substrat**

Le terme de substrat en agriculture s'applique à tout matériau, naturel ou artificiel qui, placé en conteneur, pur ou en mélange, permet l'ancrage du système racinaire et joue ainsi vis-à-vis de la plante, le rôle de support [21].

Selon CHAUX et FOURY [13], le substrat doit être choisi en fonction

- du lieu: facilité d'approvisionnement, coût, climat ;
- de la technique du production : les substrats les plus inertes, tels que laine de roche ou NFT, sont ceux qui demandent le plus de compétence.

Les deux auteurs ajoutent que les qualités d'un bon substrat sont les suivantes :

- bonne porosité : circulation facile de l'air et de la solution nutritive ;
- stabilité et durabilité convenables ;
- absence de toute toxicité : inertie chimique et, surtout, pas de relargage de Ca ;
- capacité d'échange cationique aussi faible que possible ( $C.E.C < 100 \text{ meq}$ ) ;
- absence de germes pathogène et facilité de désinfection ;
- facilité de mise en œuvre : approvisionnement, manipulation.

#### **2.3.2. Conteneurs**

Les conteneurs selon ZUANG et MUSARD [24] sont des récipients qui contiennent le substrat et l'isolement du sol. Ils doivent être chimiquement inertes, étanches, durables et de mise en œuvre facile.

En effet, le conteneur peut être fait en terre cuite ou en plastique. Dans les pots en plastiques, les risques d'asphyxie sont nettement plus probables que dans les pots en terre

cuite, mais ce risque peut être amoindri par un choix raisonnable de substrat (structure, perméabilité) [25].

### **2.3.3. Solution nutritive**

Selon BLANC [21], l'alimentation minérale de la plante, en culture hors-sol, va de pair avec son alimentation en eau. L'une et l'autre sont assurées de façon concomitante par l'apport de solutions nutritives renfermant les 12 éléments indispensables et caractérisées par trois paramètres principaux :

- le pH ;
- la concentration saline ;
- l'équilibre ionique.

Selon COIC et COPPENET [26], une solution nutritive contient des sels dissous choisis de telle façon, et en quantités telles, qu'ils apportent les différents éléments minéraux nutritifs dans des proportions conformes aux besoins de la plante.

Les solutions nutritives sont fabriquées à partir des eaux naturelles qui peuvent renfermer des sels. Certains étant indésirables, mais la technologie de fabrication des solutions permet d'en tenir compte ou de corriger les teneurs [27].

Selon LETARD et *al.* [28], Les critères à prendre en compte pour apporter une solution nutritive adaptée à la tomate en culture hors-sol sont :

- le pH (ou acidité) ;
- la conductivité électrique (CE) ;
- la teneur en éléments minéraux.

#### **2.3.3.1. Le pH**

Selon BRUN [29], la maîtrise du pH lors de la préparation de la solution nutritive a quatre objectifs principaux :

- éviter la précipitation des éléments minéraux, et notamment de phosphate et de calcium, dont une fraction croissante précipite lorsque le pH augmente ;
- neutraliser l'alcalinité naturelle de l'eau essentiellement due aux carbonates (principalement sous forme  $\text{HCO}_3^-$ ) pour éviter la toxicité due à cet élément et éviter les précipités de carbonate de calcium ;
- amener le pH de la solution dans une zone favorable à l'absorption de la majorité des éléments minéraux ;
- ajuster le pH de la solution aux exigences de l'espèce.

A l'exception des espèces acidophiles ou basophiles strictes qui exigent ou supportent des valeurs de pH extrêmes, l'optimum physiologique du pH pour la majorité des espèces cultivées se situe entre 5.5 et 6.5 [21].

### **2.3.3.2. La concentration saline**

D'après CHAUX et FOURY [13], la concentration saline de la solution nutritive détermine la pression osmotique au niveau des poils absorbants. Pour que l'eau puisse pénétrer dans les racines, cette concentration doit être inférieure à celle de la plante :

- si elle est trop forte, les racines se nécrosent et la plante flétrit ;
- si elle est trop faible, la végétation risque de s'emballer.

C'est donc la variation – dans des limites raisonnables – de la salinité qui régulera l'alimentation hydrique et minérale.

La concentration saline d'une solution nutritive est le fait non seulement des sels introduits en quantités connues dans l'eau lors de sa préparation, mais également des ions présents naturellement dans l'eau utilisée [21].

D'après LETARD et *al.* [28], cette concentration est contrôlée par la mesure de la conductivité électrique. Celle-ci s'exprime en millisiemens par centimètre (mS/cm).

Selon les mêmes auteurs, la conductivité électrique représente la concentration totale en éléments minéraux contenus dans la solution (salinité). Pour apporter les éléments nécessaires à la culture, la conductivité devra être plus forte en jours courts et plus faible en jours longs. Pour la tomate les valeurs varient généralement de 1.8 à 3.0 mS.

### **2.3.3.3. L'équilibre ionique**

Selon COIC [27], l'égalité équivalente entre les anions et cations y compris  $H^+$ , est obligatoire dans la solution, comme elle est dans les sels apportés. La proportion entre les ions azotés  $NO_3^-$ , et  $NH_4^+$  est assurée en fonction des besoins spécifiques des plantes et la nécessité de maintenir un certain pH.

D'après CHAUX et FOURY [13], les équilibres ioniques pour l'alimentation hydrique et minérale ne sont pas indifférent et pourront être modulés en fonction des stades de développement.

## **2.4. La culture de tomate conduite en hors-sol**

La culture de tomate se fait le plus souvent en hors-sol et conduite en culture forcée [20]. Cette culture produit une quantité importante de fruits et de biomasse en un laps de

temps relativement bref. Son développement optimum nécessite de grandes quantités d'eau et d'éléments nutritifs, et dépend des conditions climatiques de la serre [30].

La culture hydroponique permet une maîtrise de la fertilisation, mais fournit les conditions qui stimulent une croissance végétative rapide, alors qu'un excès de vigueur du plant de tomate en début de culture peut retarder la précocité de la production [31]. Cette croissance vigoureuse est négative pour le rendement et la qualité de la tomate, surtout en conditions de manque de température et de lumière [32].

Si la concentration de la solution nutritive est trop élevée et si l'humidité est trop faible en cours de la maturation des fruits, le transport de Ca est entravé, ce qui entraîne la vraie nécrose apicale [16].

## CHAPITRE 3

### NUTRITION HYDROMINERALE DES PLANTES

#### **3.1. Généralités**

La plante absorbe continuellement l'eau à partir du sol. Cette eau absorbée par l'appareil racinaire migre vers la partie aérienne. Ce courant d'eau est une condition essentielle de l'activité du végétal au cours de la période végétative. Il facilite en particulier la pénétration, puis le transport des sels minéraux dans les vaisseaux [33].

Selon HELLER [34], l'absorption minérale est un phénomène qui se déroule par deux processus, l'un traduisant un transport passif basé sur les mécanismes physiques : passage passif avec l'eau, diffusion, échange et adsorption ; et l'autre traduisant un transport actif, s'expliquant par des théories métaboliques : transporteurs, espace libre.

Selon LETARD et *al.* [28], la teneur en eau et en matière sèche chez la tomate est respectivement à l'ordre de 90 à 95% et de 5 à 10%.

#### **3.2. Nutrition hydrique**

La plante absorbe continuellement de l'eau dans le sol ou dans la solution nutritive, cette eau va migrer de l'appareil racinaire vers l'appareil aérien, où elle est évaporée presque totalement sous forme de vapeur par la transpiration. La faible quantité d'eau qui reste (1.5%) est utilisée dans la plante pour son activité au cours de sa période végétative [35].

Selon MORARD [20], l'eau est le premier facteur limitant des plantes, elle permet :

- le maintien des structures chimiques et biochimiques ;
- le maintien de la rigidité de la plante ;
- le transport des éléments minéraux et des substances élaborées ;
- la régulation thermique grâce à l'évapotranspiration potentielle (ETP).

REY et COSTES [36] notent que le déficit hydrique au phases critiques (floraison et fructification) gêne la croissance et diminue le rendement même si les signes de dessèchement ne sont pas apparents.

#### **3.3. Nutrition minérale**

Selon BRUN et SETTEMBRINO [37], le végétal comme tous les êtres vivants, a besoin absolument d'éléments minéraux qui participent à ses structures et contribuent à ses activités.

La variation de l'absorption est sous l'influence des facteurs internes dépendant de la plante elle-même, et des facteurs du milieu [38]. Parmi ces facteurs VILAIN [39] note que les plus importants sont :

- la nature de la plante : il existe une sélectivité liée à l'espèce et même aux variétés végétales ;
- le stade de développement : par exemple, la teneur en azote est plus élevée au stade juvénile que d'autres stades.

Les facteurs externes du milieu, sont divisés en deux catégories, qui peuvent être climatiques, ou édaphiques (solution nutritive dans le cas de culture hors-sol). Les températures élevées aboutissent à une transpiration très active, ce qui nécessite une absorption importante de l'eau et des éléments minéraux. En plus, l'augmentation de l'éclairement provoque également un accroissement des réserves carbonées [38].

Une exaltation de la respiration et l'augmentation de la transpiration entraînent un appel d'eau et des minéraux vers les régions de métabolisme intense ce qui traduit par une absorption accrue [40].

D'après COIC et LESAIN [41], quand les ions sont en concentration équivalente égale dans la solution, ceux-ci ne sont pas absorbés à la même vitesse. Par exemple, le potassium ( $K^+$ ) est absorbé plus rapidement que le calcium ( $Ca^{2+}$ ). Les végétaux absorbent beaucoup plus rapidement les ions  $NH_4^+$  que les ions  $NO_3^-$ .

Le pH ou plus exactement l'activité des ions  $H^+$  modifier la mise en disposition des ions pour la plante, influe sur la solubilité des sels, conditionne l'hydrolyse des sels d'acides ou de bases faibles et change la forme de certains ions phosphoriques [40]. La plupart des sels minéraux sont plus solubles en milieu acide qu'en milieu alcalin [20].

On classe généralement les éléments minéraux dont la plante a besoin, selon leur importance pondérale, en deux groupes : les macro-éléments et les micro-éléments.

### **3.3.1. Les éléments majeurs**

#### **3.3.1.1. L'azote**

L'azote fait partie intégrante de la matière vivante : c'est l'un des composants des protides, matières organiques azotées indispensables aux animaux et à l'homme. Une plante bien nourrie en azote a des feuilles larges et une couleur vert foncé : la photosynthèse s'effectue dans de bonnes conditions et la croissance est active. L'azote est le facteur essentiel des rendements [42].

Les plantes supérieures selon COIC [27], réalisent la synthèse protéique à partir de composés minéraux comme les nitrates ( $\text{NO}_3^-$ ), les sels ammoniacaux et même pour certaines à partir de l'azote de l'air.

Selon MORARD [20], un excès d'azote augmente le développement de la partie aérienne au détriment des racines. Il diminue la résistance aux maladies cryptogamiques et diminue également la faculté de conservation.

Une carence en azote selon SMIRNOV et *al.* [43], se traduit par un retard de croissance des organes végétatifs, et l'apparition d'une coloration vert pâle ou même verte jaune. Les organes de fructification entraînent une baisse de la récolte, et une diminution des protéines dans les produits agricoles.

### **3.3.1.2. Le phosphore**

Les rôles multiples du phosphore s'exercent particulièrement lors des stades de multiplication cellulaire et de formation des sucres [44].

L'acide phosphorique favorise le développement du système racinaire et il est un facteur de précocité et un régulateur du développement de la plante [18].

Selon DIEHIL [45], une carence en phosphore se traduit par :

- une réduction de taille ;
- un feuillage généralement foncé ;
- une défoliation précoce en commençant par la base de la plante ;
- une fructification défectueuse.

### **3.3.1.3. Le potassium**

A l'inverse de celui de l'azote et du phosphore, le rôle de potassium, cependant essentiel, apparaît dispersé dans de multiples fonctions de la vie de la plante. Ainsi participe-t-il sous sa forme ionique :

- aux processus de dépolarisation par les charges positives qu'il apporte ;
- à la création de forces osmotiques grâce auxquelles l'eau est absorbée par les racines. Le potassium jouant ainsi un rôle marqué dans la dynamique de l'eau chez le végétal [46].

Il favorise la synthèse des sucres en intervenant dans l'assimilation chlorophyllienne. Il améliore aussi l'efficacité de la fumure azotée en participant à la formation des protides [42].

Selon CHOUARD [47], l'excès de potassium provoque un déséquilibre se manifeste par l'absorption insuffisante des autres éléments comme le calcium et le magnésium, ou par l'augmentation de pression osmotique qui entraîne un flétrissement et chute des feuilles.

Un manque de potassium se démarque par l'apparition de tâches brunes puis de trous dans les feuilles [18].

#### **3.3.1.4. Le magnésium**

Le magnésium est nécessaire au maintien de la structure de nombreux organites (chloroplastes, mitochondries, ribosomes...). Il contribue à la stabilité structurale des acides nucléiques et des membranes et il agit en activateur ou en régulateur de nombreuses enzymes de différentes voies métaboliques [48].

Selon le même auteur, une carence de magnésium se traduit sur la tomate par le développement d'une chlorose des folioles qui deviennent cassantes et s'enroulent sur la face supérieure. Les nervures restent vertes mais la couleur jaune s'accroît quand on s'en éloigne.

#### **3.3.1.5. Le calcium**

D'après SOLTNER [49], le calcium est un constituant des parois cellulaires. Il est présent dans la membrane pectique, et donne de résistance aux tissus. Il favorise la formation et la maturation des graines.

Selon MICHAUD et BOUDREAU [18], le calcium est un élément absolument nécessaire en culture hydroponique pour empêcher l'empoisonnement des résidus simples et la pourriture de la plante par elle-même, dans un milieu humide.

Un excès de calcium se traduit notamment par des carences en fer et diminue la perméabilité cellulaire et freine la pénétration de l'eau et de la plupart des ions, d'où des antagonismes plus au moins marqués, notamment entre K et Mg [50,51].

La carence en calcium peut se traduire par une croissance faible, une malformation de jeunes feuilles et une nécrose des jeunes organes [45].

#### **3.3.1.6. Le soufre**

Le soufre selon COIC [27] entre dans la composition de deux acides aminés soufrés, la cystéine et la méthionine ainsi que dans la constitution des enzymes fondamentales du métabolisme. Il entre aussi dans la constitution de composés soufrés spéciaux de certaines familles végétales (crucifères, liliacées, ...).

L'excès de soufre se traduit par une couleur verte bleuâtre, plus petite. Les tiges sont dures, puis les feuilles se courbent en dedans et les bords brunissent [47].

La carence en soufre retentit sur le métabolisme général de la plante, c'est ainsi que l'un des symptômes le plus apparent de cette carence est l'apparition de phénomène de chlorose, analogue à ceux qu'on rencontre dans le cas du manque d'azote [40].

### **3.3.2. Les éléments mineurs**

Selon LOUE [52], les oligo-éléments sont les éléments indispensables à la vie, mais qui se trouvent présents en proportion très faible dans les tissus biologiques.

Le fer est important dans la production de la chlorophylle, les autres éléments seront mal assimilés si le fer n'est pas d'abord absorbé par la plante [18].

La carence en fer provoque une diminution du nombre de chloroplastes et de la teneur en chlorophylle des feuilles. Ce phénomène explique l'apparition de la chlorose sur les jeunes feuilles de plantes déficientes [20].

Le molybdène est nécessaire à la fixation de l'azote atmosphérique dans les nodosités des légumineuses. Il semble intervenir dans la réduction des nitrates par le nitrate réductase [53].

Le manganèse a d'importantes fonctions dans le métabolisme des plantes, particulièrement dans les processus suivants : l'activation des différentes enzymes, la synthèse de la chlorophylle et la réduction des nitrates [52].

Selon URBAN [22], le cuivre est lié à des diverses protéines à activité enzymatique. Il fait partie des composés impliqués dans le métabolisme des substances azotées et entre dans la respiration.

D'après le même auteur, le zinc joue un rôle dans la biosynthèse des glucides et des protéines, et plus particulièrement de l'auxine. Il intervient également dans le métabolisme du soufre.

Le bore joue un rôle important dans le métabolisme, la migration et l'utilisation des glucides dans les plantes ainsi dans la germination des tubes polliniques [52].

## **3.4. La fumure minérale**

### **3.4.1. Généralités**

Selon MORARD [20], les engrais sont des matières fertilisantes dont la fonction principale est d'apporter aux plantes des éléments directement utiles à leur nutrition (éléments fertilisants majeurs, éléments fertilisants secondaires et oligo-éléments).

Un engrais est une substance destinée à apporter un ou plusieurs éléments minéraux indispensables aux plantes [42].

D'après SOLTNER [49], plusieurs classifications des engrais peuvent être adoptées. Selon le nombre d'élément fertilisant qu'il appartient nous avons :

- les engrais simples ;
- les engrais composés.

D'après leur origine et leur forme on a :

- les engrais organiques : parviennent de la transformation de déchets végétaux et surtout animaux ;
- les engrais minéraux : ont pour origine des roches éruptives (poudres de basalte), ou soit des synthèses ou des transformations industrielles.

Les engrais du commerce se présentent sous trois (03) formes : solides, liquides (solutions aqueuses), gazeuses (ammoniac anhydre) [45].

### **3.4.2. Les engrais liquides**

Un certain nombre de sels minéraux utilisés comme engrais peuvent être employés en solution aqueuse. Les solutions utilisées sont celles de sels très solubles, riches en éléments fertilisants : urée, nitrate et phosphate d'ammoniac, bicarbonate de potasse, etc. On peut donc concevoir sous cette forme des engrais simples, binaires ou ternaires [45].

D'après ELIARD [42], On attribue un certain nombre d'avantages aux engrais liquides:

- manutention plus facile (la pompe diminue l'effort physique) ;
- rapidité de travail (les pulvérisateurs peuvent épandre sur 9 à 12 m à la fois) ;
- régularité de l'épandage lorsque la pulvérisation est bien réglée ;
- facilité d'adjonction de certains oligo-éléments.

Selon DIEHIL [45], les avantages sont nombreux à priori : économie de sacherie, manipulation facile, épandage régulier pouvant être combiné éventuellement avec des traitements herbicides ou antiparasitaires, etc.

### **3.4.3. Le cas du Fertiactyl**

#### **3.4.3.1. Présentation**

Selon MEDANE [54], le Fertiactyl est un engrais minéral sous forme liquide pour appliquer à l'eau d'irrigation, il est fabriqué exclusivement à partir de produits d'origine végétale. C'est un fertilisant biologique et biostimulant métabolique naturel pour le sol et la plante présentant les propriétés suivantes :

- c'est un fertilisant biologique non toxique ;
- il est présenté sous forme liquide, en flacon de solution concentrée d'un litre ;
- c'est un produit propre et sain, non dangereux pour l'homme, les animaux, les semences, les plantes et le sol ;
- préserve l'environnement ;
- agit sur toutes les plantes en favorisant leur croissance tout en améliorant leur résistance au stress ;
- améliore l'activité microbologique au niveau des sols ainsi que la mobilisation des éléments nutritifs.

#### **3.4.3.2. Composition**

Le Fertiactyl est composé de :

- azote total 13% ;
- oxyde de potassium ( $K_2O$ ) 5% ;
- autres composants : acides humiques, acides fulviques, zéatine, glycine bêtaïne.

Pour ce qui est des acides humiques et fulviques, ce sont des composés essentiels de la matière organique, ils ont pour rôles, l'amélioration de la fertilité des sols, la mobilisation des éléments minéraux et la stimulation de la croissance des cultures [54].

Selon le même auteur, la zéatine appartient à la famille des cytokinines qui interviennent dans de nombreux processus physiologiques, ces composés sont des biostimulants naturels présents à différentes concentrations chez tous les végétaux.

Enfin pour la glycine bêtaïne, c'est une molécule naturelle d'adaptation aux stress, elle s'accumule en cas de stress, pour permettre aux cellules de fonctionner. La glycine bêtaïne est osmo-protectante, elle protège les membranes et les enzymes [54].

## CHAPITRE 4

### LA SALINITE DES EAUX ET DES SOLS

#### **4.1. Définition**

La salinité selon KOTUBY-AMACHER et *al.* [55] étant la quantité globale des sels solubles contenus dans la solution du sol. Elle se détermine par la mesure de la conductivité électrique d'extrait de patte saturé du sol. Elle s'exprime soit par unité de decisiemens par mètre (dS/m), soit en millimhos par centimètre (mmhos/cm).

#### **4.2. Les eaux salines**

La qualité de l'eau pose un problème de salinité quand la teneur en sel de l'eau d'irrigation est importante. L'accumulation de ces sels dans la zone racinaire risque de compromettre les rendements. Si des sels solubles s'accumulent en quantité excessive dans cette zone, l'eau du sol devient difficile à absorber par la plante [56].

En générale, les eaux de la région méditerranéenne selon VAN HOORN [57] ne montrent pas un excès de bicarbonate par rapport au calcium. Elles ne présentent donc pas un risque de sodicité, à l'exception des eaux souterraines proches de la mer à cause de leur teneur élevée en chlorure de sodium. Ces eaux ne peuvent souvent pas s'utiliser à long terme à cause de l'intrusion de l'eau de mer par sur pompage.

##### **4.2.1. Sources des eaux salines**

D'après RHOADES et *al.* [58], les causes et/ou les origines de la salinisation des eaux sont variables ; mais, généralement nous pouvons rencontrer la possibilité de quatre cas.

Dans certaines régions, les eaux salines et douces se trouvent en proximité proche, quand l'eau douce des nappes aquifères est exploitée, et qui est en communication hydraulique avec l'eau marine. Le changement du gradient de salinité peut se produire par infiltration des eaux salines depuis la mer vers les puits.

Dans une autre situation où le puits se trouve à un endroit où l'eau saline sous adjacente se trouve à la proximité sous l'eau douce, et lorsqu'il y a une surexploitation, l'eau saline envahit le puits de manière ascendante.

Dans les couches sédimentaires, l'eau devient de plus en plus salée avec l'augmentation de la profondeur. En générale, l'eau bicarbonatée est saline à un niveau intermédiaire, la concentration du sel est plus élevée à des profondeurs plus grandes.

Dans les régions côtières, les sources des eaux de surface peuvent devenir salées à cause des influences des marées de la mer. Quand les hautes marées se déplacent vers les zones côtières, l'eau de mer pénètre aux niveaux des fleuves et canaux de drainages et atteint les zones d'intérieur.

#### **4.2.2. Classification des eaux salines**

Le tableau ci-dessous indique l'établissement de différentes classes d'eau en fonction de leurs conductivités électrique (CE) et leurs concentrations en sels.

Tableau 4.1 : Classification des eaux salines [58].

Classe d'eau	Conductivité électrique CE (dS/m)	Concentration en sels (mg/l)	Type d'eau
Non salée	< 0.7	< 500	Eau potable et d'irrigation
Moindre salée	0.7 – 2	500 – 1500	Eau d'irrigation
Moyennement salée	2 – 10	1500 – 7000	Eau de drainage primaire, et eau souterraine
Hautement salée	10 – 25	7000 – 15000	Eau de drainage secondaire, et eau souterraine
Très hautement salée	25 – 45	15000 – 35000	Eau souterraine très saline
Braine	> 45	> 35000	Eau de mer

#### **4.2.3. Utilisation des eaux salines**

L'utilisation judicieuse et propre des eaux salines et le recyclage des eaux de drainage, constitue actuellement la stratégie la plus importante d'aménagement des eaux salines pour l'irrigation. Cette stratégie est établie dans plusieurs endroits du monde, citons les Etats-Unis, la Tunisie et l'Egypte [58].

### **4.3. Les sols salés**

#### **4.3.1. La salinisation des sols**

Selon HUDSON [59], les conditions des régions arides, telles que les faibles précipitations, la forte évaporation, et le faible lessivage du sol, sont les causes d'une accumulation de quantité excessive des sels solubles. Ces sols sont appelés "sols salés".

D'après le même auteur, les sols qui contiennent des sels solubles en excès sont désignés par le nom de sols salins et ceux qui contiennent en excès de sodium échangeable sont désignés par le nom de sols alcalins ou sodiques.

La salinisation des sols se manifeste par deux voies, qui sont :

#### **4.3.1.1. La salinisation primaire**

Elle est due principalement aux sels qui se forment in situ au cours du processus d'altération des roches. La migration et le dépôt de ces sels solubles dépendent de l'intensité et de la répartition des précipitations (climat), du degré de porosité du sol et d'autres caractéristiques du milieu naturel [59].

#### **4.3.1.2. La salinisation secondaire**

Toujours selon le même auteur, la salinisation secondaire est principalement provoquée par l'irrigation avec une eau chargée en sels, un lessivage insuffisant, un drainage déficient, un niveau élevé de la nappe phréatique et une évapotranspiration importante.

#### **4.3.2. La salinité en Algérie**

Selon HALITIM [60], la source des sels en zone aride algérienne est essentiellement constituée par les roches mères sous-jacentes ou situées en amont de plaines quaternaires.

Selon DROUHIN [61], en Algérie deux types de salure peuvent être reconnus :

- la salure de la région tellienne (plaines sub-littoral) et des hautes plaines steppiques où l'élément toxique est constitué essentiellement par le chlorure de sodium (NaCl) ou le chlorure de magnésium ( $MgCl_2$ ), ou l'association de ces deux composés. Ils constituent (salant blanc) ;
- la salure des vallées et des dépressions sahariennes où le climat est chaud favorisant l'apparition du carbonate de soude (salant noir) dont la toxicité est redoutable.

DAOUD et HALITIM [62] ajoutent qu'en Algérie, la salinisation secondaire à la suite de l'irrigation avec des eaux diversement minéralisées a entraîné une extension de la salure dans de nombreux périmètres irrigués.

Selon ROCHDI et *al.* [63], le phénomène de salinisation des périmètres irrigués constitue une menace grave. Dans 10 pays de la Méditerranée, le pourcentage des terres irriguées atteintes par la salinisation est en effet significatif. Ce pourcentage se situe entre 10 et 15% pour l'Algérie.

#### **4.4. Effet des sels sur la plante**

HORST [64] signale que les plantes croissent en milieu saline sont en face de deux problèmes : l'effet d'intoxication causé par des ions spécifiques, et une concentration

élevée des sels dans la solution du sol (et donc une pression osmotique élevée) accélérant le déficit hydrique des plantes.

Lorsque la pression osmotique du milieu externe (solution du sol) s'élève par adjonction de sels solubles, elle peut rapidement égaler ou dépasser celle de suc cellulaire des racines, l'alimentation en eau du végétal devient impossible et les diverses fonctions physiologiques étant alors bloquées, le végétal s'arrête de croître et flétrit. Le ralentissement de croissance intervient dès que cette pression osmotique externe atteint deux atmosphères et les accidents sont visibles à partir de 3 ou 4 [38].

Comme pour l'absorption de l'eau, l'alimentation en éléments nutritifs du végétal repose sur la pression osmotique du suc cellulaire qui devra être supérieur à celle de la solution du sol. Si, par défaut, on rencontre le processus inverse, ceci entraîne une absorption accrue de certains éléments aux dépens des autres ce que l'on appelle les phénomènes de synergisme et d'antagonisme aboutissant à des déséquilibres chimiques (ioniques) [51].

Lorsque la salinité excessive est due au chlorure de sodium cette action spécifique s'ajoute à celle due à la pression osmotique. Il faut pour en juger comparer l'effet de solution de chlorure de même pression osmotique que d'autres sels (les chlorures engendrent une pression osmotique supérieure pour une même concentration équivalente) [38].

#### **4.5. Tolérances des plantes à la salinité**

La réaction des plantes à la salinité varie selon les espèces, les cultivars, l'âge et les conditions climatiques [20].

Le seuil à partir duquel la physiologie des végétaux se trouve altérée ne peut être défini que de façon très approximative car il dépend du stade de développement et que des autres facteurs de l'environnement interfèrent [38].

D'après PENNINGSFELD et KURZMANN [65], les plantes cultivées peuvent être classées de la manière suivante :

- plantes résistantes à la salinité, supportant jusqu'à 5 – 7 g.l<sup>-1</sup>. On trouve dans cette catégorie le rosier, l'œillet et le chrysanthème ;
- plantes tolérantes, pour lesquelles le développement optimal correspond à des concentrations comprises entre 2 et 5 g.l<sup>-1</sup>. La tomate et le gerbera feraient partie de ce groupe ;

- plantes sensibles, pour lesquelles la concentration optimale semble se situer entre 0.5 et 2 g.l<sup>-1</sup>. Le concombre et la laitue sont des plantes réputées sensibles à la salinité.

#### **4.6. Lessivage des sels**

L'utilisation d'eau salée pour l'irrigation engendre plusieurs problèmes que l'on peut résumer ainsi :

- des phénomènes de toxicité des sels vis-à-vis du végétal ;
- une augmentation de la pression osmotique qui peut freiner voire arrêter l'absorption de l'eau par le végétal.

On peut s'affranchir en partie de ces contraintes en apportant un supplément d'eau qui permet le lessivage des sels. Le volume d'apport est égal à l'évapotranspiration additionnée du volume de lessivage et des pertes liées à la percolation [66].

D'après MERMOUD [67], le lessivage est une technique qui consiste à dissoudre les sels accumulés dans le sol par des apports d'eau importants et à les entraîner en dessous de la zone racinaire par le mouvement descendant de l'eau.

Selon URBAN [22], La concentration saline du substrat dans les cultures hors sols ne devrait pas dépasser 1200mg.l<sup>-1</sup>. Il faut «lessiver» lorsque la salinité est excessive. Il faut aussi éviter de laisser les pots se dessécher, leur dessiccation entraînant une augmentation de la salinité, une réduction de la croissance des plantes, des dégâts sur racines et un dessèchement des extrémités des feuilles.

D'après PAPADOPOULOS [1], le lessivage des pots se fait avec de l'eau, un lavage abondant est recommandé pour bien mouiller le pot et retirer l'excès de sels accumulés, surtout dans le cas d'arrosage à l'eau de ville en raison de l'addition des sels initialement contenus dans l'eau. Il faut rappeler néanmoins, qu'un excès de lessivage peut entraîner des carences pour les plantes.

## CHAPITRE 5

### MATERIEL ET METHODES

#### **5.1. Matériel végétal**

Le matériel végétal utilisé dans notre expérimentation est constitué de deux variétés de tomate (*Lycopersicum esculentum Mill.*) qui sont la Marmande et la Saint-pierre. C'est un matériel expérimental de qualité vu ses réactions rapides aux changements du milieu, sa rapidité de croissance et surtout sa tolérance aux sels (3-4g/l) LEMAIRE et *al.* in SNOUSSI [68].

La variété Marmande selon KOLEV [6], est une variété vigoureuse, très précoce, à croissance indéterminée, résistante à la chaleur, peu sensible aux maladies. Ses fruits gros aplatis et un peu côtelés sont d'un rouge éclatant.

La variété Saint-pierre est une variété vigoureuse, demi précoce, à gros fruits, sphériques et lisses, réunis en bouquets par 4 ou 5. Variété à croissance indéterminée, sa production est plus prolongée que celle de la variété Marmande [69].

#### **5.2. Conditions expérimentales**

##### **5.2.1. Lieu de l'expérimentation**

Notre expérimentation a été réalisée à la station expérimentale des cultures maraîchères du département d'agronomie de Blida, sous serre en polyméthacrylate de méthyle dont :

- la superficie est de 382.5m<sup>2</sup> ;
- l'orientation est Nord-Sud ;
- l'aération est assurée par des fenêtres placées latéralement de part et d'autre de la serre ;
- le chauffage est assuré par 12 radiateurs à eau chaude.

La température interne de la serre est contrôlée par un thermomètre suspendu au milieu de la serre. Le tableau 5.1 indique les moyennes par décade des températures enregistrées au niveau de la serre, durant trois moments de la journée : 9h, 12h et 16h.

Tableau 5.1 : Moyenne des températures par décade de la serre.

Périodes	Température moyenne de la serre (°C)		
	9h	12h	16h
18/01/2005 au 27/01/2005	9.4	15.8	17
28/01/2005 au 06/02/2005	7	14.2	15.4
07/02/2005 au 16/02/2005	9.1	16.3	19.4
17/02/2005 au 26/02/2005	9.6	18.4	17.6
27/02/2005 au 08/03/2005	9.4	15.1	15.8
09/03/2005 au 18/03/2005	12.9	21.1	22.5
19/03/2005 au 28/03/2005	17.7	26.4	25.7
29/03/2005 au 07//04/2005	20.1	24.8	24.3
08/04/2005 au 17/04/2005	18.3	24	24.7
18/04/2005 au 27/04/2005	23.8	28.6	27
28/04/2005 au 07/05/2005	22.6	28.4	27.6
08/05/2005 au 17/05/2005	28.6	32.7	32.5
18/05/2005 au 27/05/2005	26.4	32	30.8
28/05/2005 au 06/06/2005	23.9	29.2	29.1
07/06/2005 au 16/06/2005	29.7	34	32.3
17/06/2005 au 26/06/2005	31.4	36.7	34.9

### **5.2.2. Substrat**

Le substrat utilisé est un gravier roulé d'oued (3-8mm de diamètre), provenant de la carrière de Chebli, située à 25Km d'Alger. Une désinfection s'est avérée nécessaire avant son utilisation et ce, pour éviter tout risque de contamination par des maladies parasitaires.

Cette procédure comporte les étapes suivantes :

- élimination des particules terreuses et des débris végétaux par un lavage abondant et répété à l'eau courante ;
- la désinfection du gravier avec une solution javellisée diluée ; de concentration initiale 12° durant 24 heures ;
- le rinçage abondant à l'eau permet l'élimination de toutes traces de javel fortement nocive pour les jeunes plantules ;
- remplissage des pots (containers) préalablement lavés avec le gravier.

### **5.2.3. Containers**

Les containers utilisés sont deux types :

- pour le stade plantule, ce sont des pots en polyéthylène, de couleur marron, ayant une capacité de 700ml ;
- pour le stade plante entière (adulte), ce sont des pots noirs en polyéthylène de capacité 2400ml.

Ces deux types de pots présentent un orifice de drainage à leur base permettant l'évacuation de l'excès de la solution nutritive.

### **5.3. Description des différents traitements**

Nous avons utilisé 12 types de solutions qui sont :

T<sub>1</sub> : eau de oued Chlef naturelle.

T<sub>1</sub>L<sub>1</sub> : eau de oued Chlef naturelle + un lessivage à l'eau courante par semaine.

T<sub>1</sub>L<sub>2</sub> : eau de oued Chlef naturelle + deux lessivage à l'eau courante par semaine.

T<sub>1</sub>F : eau de oued Chlef naturelle + 1 ml du Fertiactyl par litre de solution nutritive.

T<sub>1</sub>FL<sub>1</sub> : eau de oued Chlef naturelle + 1ml du Fertiactyl par litre de solution nutritive + un lessivage à l'eau courante par semaine.

T<sub>1</sub>FL<sub>2</sub> : eau de oued Chlef naturelle + 1ml du Fertiactyl par litre de solution nutritive + deux lessivage à l'eau courante par semaine.

T<sub>1</sub>C : eau de oued Chlef corrigée.

T<sub>1</sub>CL<sub>1</sub> : eau de oued Chlef corrigée + un lessivage à l'eau courante par semaine.

T<sub>1cL2</sub> : eau de oued Chlef corrigée + deux lessivage à l'eau courante par semaine.

T<sub>1cF</sub> : eau de oued Chlef corrigée + 1ml du Fertiactyl par litre de solution nutritive.

T<sub>1cFL1</sub> : eau de oued Chlef corrigée + 1ml du Fertiactyl par litre de solution nutritive + un lessivage à l'eau courante par semaine.

T<sub>1cFL2</sub> : eau de oued Chlef corrigée + 1ml du Fertiactyl par litre de solution nutritive + deux lessivage à l'eau courante par semaine.

Ces 12 types de solutions sont appliqués sur les deux variétés testées.

#### **5.4. Dispositif expérimental**

Le dispositif expérimental adopté au cours de notre expérimentation est un plan sans contrôle d'hétérogénéité en randomisation totale, avec deux facteurs étudiés (solution nutritive et variété) :

- 12 types de solutions
- 02 variétés

Nous avons donc 24 traitements de base. Au niveau de chaque traitement il y a 16 observations (16 plants). Les traitements sont disposés de manière aléatoire selon la table de permutation des nombres aléatoires de 1 à 50.

Le plan comporte au total 384 plants.

Nous avons disposés les observations au niveau de chaque traitement de telle sorte à effectuer trois coupes au stade plantules. Chaque coupe consomme quatre (4) observations. Le stade plante entière est également représenté par quatre plantes par traitement.



## **5.5. Formulation des différents traitements**

Vu l'importance des besoins hydriques au cours du cycle de développement, et vu la difficulté d'approvisionnement de ces eaux salines, une reconstitution de ces dernières avec l'eau de robinet de Blida s'est avérée nécessaire.

### **5.5.1. Caractéristiques de l'eau de Blida utilisée pour la préparation des solutions nutritives**

Tableau 5.2 : Teneur des différents éléments minéraux contenus dans l'eau de Blida.

Elément	Teneur	
	mg/l	meq/l
Ca <sup>++</sup>	56	2.8
Na <sup>+</sup>	29.9	1.3
Mg <sup>++</sup>	21.6	1.8
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	21.7	0.35
SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	38.4	0.8
Cl <sup>-</sup>	21.3	0.6
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	245	4.08
<b>Total</b>	<b>433.9</b>	<b>11.73</b>

L'analyse de cette eau s'est avérée indispensable puisque sa concentration globale en sels a dépassé 0.2g/l, norme recommandée par PENNINGSFELD et KURZMANN [65]. Donc il est indispensable d'en tenir compte dans l'établissement des solutions nutritives utilisées.

### **5.5.2. Correction de l'eau de Blida**

Selon le tableau 5.2, l'eau de Blida présente une teneur assez élevée en ions bicarbonates (4.08 meq/l) ; ce qui est nocive pour les plantules.

La correction consiste à utiliser des acides pour détruire partiellement les bicarbonates et compenser l'effet alcalinisant du milieu. Pour cela, il est indispensable d'utiliser deux types d'acides à savoir l'acide nitrique et l'acide phosphorique permettant ainsi l'abaissement du pH de 7.8 à (5.5-5.8) et l'apport des éléments utiles tels que les nitrates et le phosphore.

Le pH de 5.8 est favorable à la croissance et au développement des végétaux.

La quantité d'acide à apporter est calculée selon la formule suivante :

$$Q_{(\text{meq})} = (\text{quantité d'HCO}_3^- \text{ dans l'eau en meq}) \times 0.833$$

$$Q = 4.08 \times 0.833 = 3.3 \text{ meq/l d'acide}$$

Cette quantité d'acide sera partagée entre :

$$\text{H}_3\text{PO}_4 = 1.1 \text{ meq/l (correspondant à un besoin de 3.3 meq/l de phosphore)}$$

$$\text{HNO}_3 = 3.3 - 1.1 = 2.2 \text{ meq/l (besoin partiel en nitrates)}$$

### **5.5.3. Composition des solutions nutritives et techniques de préparation des différents traitements**

Dans notre expérimentation, nous avons utilisé deux (02) solutions nutritives composées comme suit :

- eau saline de oued Chlef naturelle (T<sub>1</sub>), contenant 2.36 g/l de sels.
- eau saline de oued Chlef corrigée (T<sub>1C</sub>), contenant 3.31 g/l de sels.

Les deux solutions sont préparées à base de solutions mères de macroéléments puis diluées au moment de la préparation des solutions prêtes à l'utilisation.

Un certain ordre de dissolution est respecté afin d'éviter toute précipitation et ceci en commençant par les produits à fonction acide et les plus solubles, ensuite on rajoute au fur et à mesure les autres produits.

Les compositions des solutions nutritives T<sub>1</sub> et T<sub>1C</sub> sont présentées dans les tableaux suivants :

**T<sub>1</sub>**

Tableau 5.3 : Eau de oued Chlef naturelle.  
pH = 7.8

Eau de oued Chlef	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>---</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	Cl <sup>-</sup>	Total
	0.35	0	9.34	14.86	
K <sup>+</sup> 0.35					0.35
Na <sup>+</sup> 9.90					9.90
Ca <sup>++</sup> 9.25					9.25
Mg <sup>++</sup> 9.20					9.20
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> 0					
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> 6.51					
<b>Total</b>	0.35		9.34	14.86	

Tableau 5.4 : Eau de oued Chlef naturelle,  
reconstituée avec l'eau de Blida.

Eau de Blida	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>---</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	Cl <sup>-</sup>	Total
	0.35	0	0.80	0.60	
K <sup>+</sup> 0				0.35	0.35
Na <sup>+</sup> 1.30			1.14	7.46	9.90
Ca <sup>++</sup> 2.80				6.45	9.25
Mg <sup>++</sup> 1.80			7.40		9.20
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> 0					
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> 4.08					
<b>Total</b>	0.35		9.34	14.86	

Quantités et ordres de dissolution des sels :

$$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O} = 7.40 \times 123.24 = 911.97 \text{ mg/l}$$

$$\text{NaCl} = 7.46 \times 58.44 = 435.96 \text{ mg/l}$$

$$\text{KCl} = 0.35 \times 74.55 = 26.09 \text{ mg/l}$$

$$\text{Na}_2\text{SO}_4 = 1.14 \times 71.02 = 80.96 \text{ mg/l}$$

$$\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O} = 6.45 \times 73.51 = 474.13 \text{ mg/l}$$

Composition de l'eau de Blida = 433.9 mg/l

**Total des sels = 2.36 g/l**

## T<sub>1C</sub>

Tableau 5.5 : Eau de oued Chlef corrigée, reconstituée avec l'eau de Blida.

Eau de Blida	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> 0.35	PO <sub>4</sub> <sup>---</sup> 0	SO <sub>4</sub> <sup>--</sup> 0.80	Cl <sup>-</sup> 0.60	<b>Total</b>
K <sup>+</sup> 0				4.35	4.35
Na <sup>+</sup> 1.30			0.42	8.18	9.90
Ca <sup>++</sup> 2.80	5.85			0.60	9.25
Mg <sup>++</sup> 1.80			7.40		9.20
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> 0	1.80				1.80
H <sup>+</sup> 0	2.20	1.10			3.30
<b>Total</b>	10.20	3.30	8.62	13.73	

Quantités et ordres de dissolution des sels :

$$\text{HNO}_3 = 2.2 \times 63 = 138.6 \text{ mg/l}$$

$$\text{H}_3\text{PO}_4 = 1.1 \times 98 = 107.8 \text{ mg/l}$$

$$\text{MgSO}_4, 7\text{H}_2\text{O} = 7.40 \times 123.24 = 911.97 \text{ mg/l}$$

$$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2, 4\text{H}_2\text{O} = 5.85 \times 118.07 = 690.73 \text{ mg/l}$$

$$\text{NH}_4\text{NO}_3 = 1.80 \times 80.04 = 144.07 \text{ mg/l}$$

$$\text{NaCl} = 8.18 \times 58.44 = 478.03 \text{ mg/l}$$

$$\text{KCl} = 4.35 \times 74.55 = 324.29 \text{ mg/l}$$

$$\text{Na}_2\text{SO}_4 = 0.42 \times 71.02 = 29.83 \text{ mg/l}$$

$$\text{CaCl}_2, 2\text{H}_2\text{O} = 0.6 \times 73.51 = 44.10 \text{ mg/l}$$

Composition de l'eau de Blida = 433.9 mg/l

Composition des oligo-éléments A et B = 14.8 mg/l

**Total des sels = 3.31 g/l**

En dernier lieu, nous avons ajouté les deux solutions complémentaires d'oligo-éléments préconisées par COIC et LESAINTE [41].

Tableau 5.6 : Composition des solutions complémentaires d'oligo-éléments A et B [41].

Solution A			Solution B		
Elément	Dose g/l	Prélèvement ml	Elément	Dose g/l	Prélèvement ml
Molybdates d'ammonium (NH <sub>4</sub> ) <sub>6</sub> (Mo <sub>7</sub> O <sub>24</sub> ), 4H <sub>2</sub> O	0.5	0.1	Séquestrène de fer (138 Fe)	2	5
Acide borique H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	15.0				
Sulfate de manganèse MnSO <sub>4</sub> , 5H <sub>2</sub> O	20.0				
Sulfate de cuivre CuSO <sub>4</sub> , 5H <sub>2</sub> O	2.5				
Sulfate de zinc ZnSO <sub>4</sub> , 7H <sub>2</sub> O	10				

Une fois, tous les macroéléments mis dans le récipient de distribution, nous avons prélevé 0.1ml de solution A et 5ml de la solution B par litre de solution prête à l'utilisation, ensuite, nous avons réajusté au niveau recherché.

A ces deux solutions nutritives T<sub>1</sub> et T<sub>1C</sub>, nous avons ajouté le Fertiactyl à une dose de 1ml/l de solution nutritive.

Nous avons appliqué un lessivage abondant avec l'eau courante pour certains traitements soit un jour/sept et deux jours/sept.

## **5.6. Conduite de la culture**

### **5.6.1. Pré-germination**

Nous avons soumis les graines à une pré-germination dans des boîtes de pétri contenant du papier buvard imbibé d'eau et placées dans une étuve à une température de 27°C le : 10/01/2005.

Le repiquage des jeunes germes dans les pots à été effectué le : 17/01/2005, soit 07 jours après mise en étuve des graines, à raison d'un germe par pot. Les jeunes germes en pots ont été arrosés avec l'eau de robinet pendant 19 jours, ensuite par une solution nutritive standard (T<sub>4</sub>) pendant 20 jours afin de permettre aux jeunes plantules de se développer de manière homogène.

Dès l'apparition de la 1<sup>ère</sup> feuille, nous avons procédé à l'application des différents traitements et ce le : 25/02/2005, soit 39 jours après repiquage.

### **5.6.2. Doses et fréquences des arrosages**

Il est important de noter qu'en hors-sol, il est recommandé de connaître les besoins journaliers en eau des cultures, afin de pouvoir rationaliser les besoins selon les stades de développement du végétal et ce pour éviter soit un déficit, soit un excès.

Les besoins des plantes en eau ont été estimés selon les conditions microclimatiques et le stade végétatif à l'aide d'un dispositif mis au point par SNOUSSI [68]. Ce dispositif permet d'évaluer l'évapotranspiration maximale (ETM) en calculant le bilan hydrique journalier.

Les doses et les fréquences des arrosages varient suivant le cycle de développement de la plante et des conditions microclimatiques ambiantes.

Tableau 5.7 : Doses et fréquences des arrosages pour la culture.

Période	Besoins moyens (ml)	Fréquences	Heures d'arrosage
24/02/2005 au 24/03/2005	40	2	9h, 16h
25/03/2005 au 15/04/2005	60	3	9h, 12h, 16h
16/04/2005 au 11/05/2005	120	3	9h, 12h, 16h
12/05/2005 au 01/07/2005	240	4	9h, 11h, 14h, 16h

Le système d'irrigation adopté est un système à circuit ouvert qui permet l'évacuation de la solution nutritive en excès. En condition de forte température et donc d'évaporation élevée, l'augmentation des fréquences des arrosages a été envisagée atteignant jusqu'à quatre arrosages par jour et ce afin d'éviter un déficit hydrique.

### **5.6.3. Travaux d'entretien**

Certaines opérations s'avèrent nécessaires pour la bonne conduite de la culture :

- taille à un bras, avec palissage sur ficelle ;
- ébourgeonnage et effeuillage en cours de culture ;

- étêtage à deux feuilles au dessus du 2<sup>ème</sup> bouquet floral. Il a été pratiqué le 04/05/2005 pour la variété Marmande (107 jours après repiquage) et le 09/05/2005 pour la variété Saint-pierre (112 jours après repiquage) ;
- traitements phytosanitaires préventifs contre principalement les pucerons, les acariens, le mildiou et botrytis et ce par pulvérisation foliaire d'un insecticide " Ultracide", un acaricide "Kelthane" et d'un fongicide "Curzate" avec les doses 1.5ml/l, 1m/l et 2g/l respectivement, et ce à raison d'une fois par semaine en intercalaire. Ces traitements ont débuté le : 26/02/2005, soit 40 jours après repiquage.

#### **5.6.4. Périodes de coupes**

Pour bien étudier le comportement de ces deux variétés, trois coupes ou prélèvements (C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub> et C<sub>3</sub>) de plants ont été réalisées. Les dates de ces coupes sont les suivantes :

- 1<sup>ère</sup> coupe : 70 jours après repiquage (28/03/2005)
- 2<sup>ème</sup> coupe : 93 jours après repiquage (20/04/2005)
- 3<sup>ème</sup> coupe : 108 jours après repiquage (05/05/2005)

Fin de culture le : 01/07/2005, soit 165 jours après repiquage.

#### **5.6.5. Récolte**

Les fruits sont récoltés au stade maturité commerciale (orangé rouge à rouge). La récolte a été échelonnée et elle a débuté à partir du 20/05/2005 jusqu'au 30/06/2005 pour la Marmande, et du 01/06/2005 jusqu'à 01/07/2005 pour la variété Saint-pierre.

### **5.7. Les paramètres mesurés**

#### **5.7.1. Paramètres de croissance**

##### **5.7.1.1. Vitesse de croissance**

Les hauteurs des plantes sont mesurées chaque trois jours en centimètre. La différence entre la nouvelle mesure et la mesure précédente est divisée par trois pour obtenir la vitesse de croissance en cm/jour.

##### **5.7.1.2. Hauteur finale des plantes**

Les hauteurs des plantes sont mesurées en centimètre, du collet jusqu'à l'apex, au moment de chaque coupe.

### **5.7.1.3. Diamètre des tiges**

Les diamètres des tiges sont mesurés au moment de chaque coupe à 1cm au dessus du collet des plantes au moyen d'un pied à coulisse, et ceci en centimètre.

### **5.7.1.4. Nombre de feuilles par plante**

Ce comptage est réalisé au niveau de chaque plante au moment de la coupe.

### **5.7.1.5. Distance entre les bouquets floraux**

Elle concerne la distance entre le collet et le premier bouquet floral ainsi que celle entre le premier et le deuxième bouquet floral, et ce en centimètre.

### **5.7.1.6. Précocité à la floraison et à la nouaison**

La précocité a été exprimée en nombre de jours du repiquage jusqu'à stade floraison, ainsi de repiquage jusqu'à nouaison. Ces deux stades sont notés tous les deux jours sur l'ensemble des plantes.

### **5.7.1.7. Biomasse fraîche produite**

A chaque coupe, nous avons pesé les différents organes en g/plante, au moyen d'une balance. Les pesés sont :

- poids frais des feuilles ;
- poids frais des tiges ;
- poids frais total (feuilles + tige).

### **5.7.1.8. Biomasse sèche produite**

Elle a été déterminée après séchage de la matière fraîche dans l'étuve à 75°C jusqu'à stabilité du poids sec. Nous avons déterminé :

- le poids sec des feuilles (g/plante) ;
- le poids sec des tiges (g/plante) ;
- le poids sec total (feuilles + tige) (g/plante).

### **5.7.1.9. Pourcentage d'eau**

Il est obtenu par la relation suivante :

$$\frac{(\text{Poids frais} - \text{Poids sec})}{\text{Poids frais}} \times 100 = \% \text{ d'eau}$$

Ce pourcentage est déterminé au niveau des feuilles, de tige et de la plante entière.

## **5.7.2. Paramètres de production**

### **5.7.2.1. Nombre de fleurs par plante**

Ce comptage a été effectué sur l'ensemble des plantes au moment de la floraison.

### **5.7.2.2. Nombre de fruits par plante**

Le nombre de fruits a été déterminé pour chaque plante au moment de la récolte.

### **5.7.2.3. Taux des fleurs avortées par plante**

Ce paramètre est déterminé par le rapport entre le nombre total des fruits récoltés et le nombre total de fleurs par plante. Il est exprimé en % de fleurs totales.

### **5.7.2.4. Poids total des fruits récoltés par plante**

Les fruits sont récoltés à maturité. Il sont pesés séparément au niveau de chaque bouquet sur l'ensemble des plantes, et ce en gramme.

### **5.7.2.5. Calibre des fruits**

Les fruits de chaque bouquet et de chaque plante sont triés en quatre classes selon leur diamètre :

- les fruits de calibre inférieur à 47mm (Classe D) ;
- les fruits de calibre compris entre 47 et 57mm (Classe C) ;
- les fruits de calibre compris entre 57 et 67mm (Classe B) ;
- les fruits de calibre supérieur à 67mm (Classe A).

Les calibres sont exprimés en pourcentage des fruits totaux récoltés.

## **5.7.3. Etude de la qualité des fruits récoltés**

### **5.7.3.1. Qualité organoleptique et nutritionnelle**

#### **5.7.3.1.1. Acidité titrable des fruits**

Trois échantillons de 20g de jus sont pesés à partir de trois fruits mélangés au niveau de chaque traitement. Ils sont ensuite moulus puis filtrés et soumis à une titration par la soude N/10. La teneur en acide est exprimée en gramme d'acide citrique par 100g de jus.

#### **5.7.3.1.2. Teneur en sucres totaux**

La teneur en sucres totaux est déterminée sur les mêmes échantillons réservés pour l'acidité. La mesure s'effectue sur l'indice de réfraction à l'aide d'un réfractomètre.

### **5.7.3.1.3. Teneur en vitamine C**

Trois fruits sont mélangés au niveau de chaque traitement. La vitamine C a été dosée par titration à l'iodate de potassium en présence de l'iodure de potassium et l'amidon dans trois échantillons de fruits frais de 10g chacun. Elle est exprimée en mg d'acide ascorbique par 100g de matière fraîche selon la formule suggérée par PRODAN et *al.* in HOUASSINE [31].

### **5.7.3.2. Composition en matière sèche**

#### **5.7.3.2.1. Teneur en matière sèche**

Nous avons effectué sur trois fruits des coupes transversales et ce pour chaque traitement. Ces fruits coupés en deux ont été placés à l'étuve à une température de 75°C jusqu'à stabilité de poids sec. Les résultats sont exprimés en pourcentage de la matière fraîche.

#### **5.7.3.2.2. Epaisseur du péricarpe**

Elle est exprimée en mm et mesurée sur les mêmes fruits coupés en deux, et ceci au niveau de chaque traitement. Ce caractère a une grande importance puisqu'il définit deux qualités de tomate : fruits juteux ou charnus.

#### **5.7.3.2.3. Nombre de loges**

Il est effectué sur les mêmes fruits précédents. Cette mesure présente le même intérêt que l'épaisseur du péricarpe et complète les renseignements donnés par ce caractère. En effet, un grand nombre de loges indique une plus grande quantité de chaire par rapport à la pulpe et aux graines.

### **5.8. Estimation du bilan d'absorption hydrominérale**

En culture hors-sol, l'eau et les éléments minéraux sont apportés en même temps, sous forme d'une solution nutritive.

Le bilan moyen journalier d'absorption hydrominérale d'une plante de tomate à un moment précis est obtenu en faisant la différence entre l'apport (volume donné) et le percolat (volume drainé).

Le dispositif est composé comme suit :

- mettre sous chaque pot en culture, un autre pot vide sans orifice de drainage ;
- irriguer avec la dose de la veille les plantules (le pH et la CE de la dose sont mesurés à l'avance) ;

- après 24 heures, on prélève le volume percolé au niveau de chaque pot ;
- faire les moyennes des différents percolats d'un même traitement ;
- mesurer pH et CE du percolat.

Le pourcentage d'absorption est obtenu par la relation suivante :

$$\frac{(\text{Volume donné} - \text{Volume percolé})}{\text{Volume donné}} \times 100 = \% \text{ d'absorption}$$

### **5.9. Analyse statistique**

Le logiciel STATITCF a été utilisé pour le traitement de l'ensemble des données. Nous avons effectué une analyse de la variance à deux critères de classification qui sont les deux facteurs étudiés (solution nutritive et variété).

Lorsque le test F est significatif, les différentes moyennes sont classées en groupes homogènes après le calcul de la ppds (plus petite différence significative), avec un risque d'erreur de 5%.

## CHAPITRE 6

### RESULTATS ET DISCUSSIONS

#### 6.1. Paramètres de croissance

##### 6.1.1. Vitesse de croissance

Ce paramètre nous permet de distinguer la vitesse de croissance exprimée en cm/jour au niveau des deux variétés testées. Les résultats sont observés dans les figures 6.1 et 6.2.

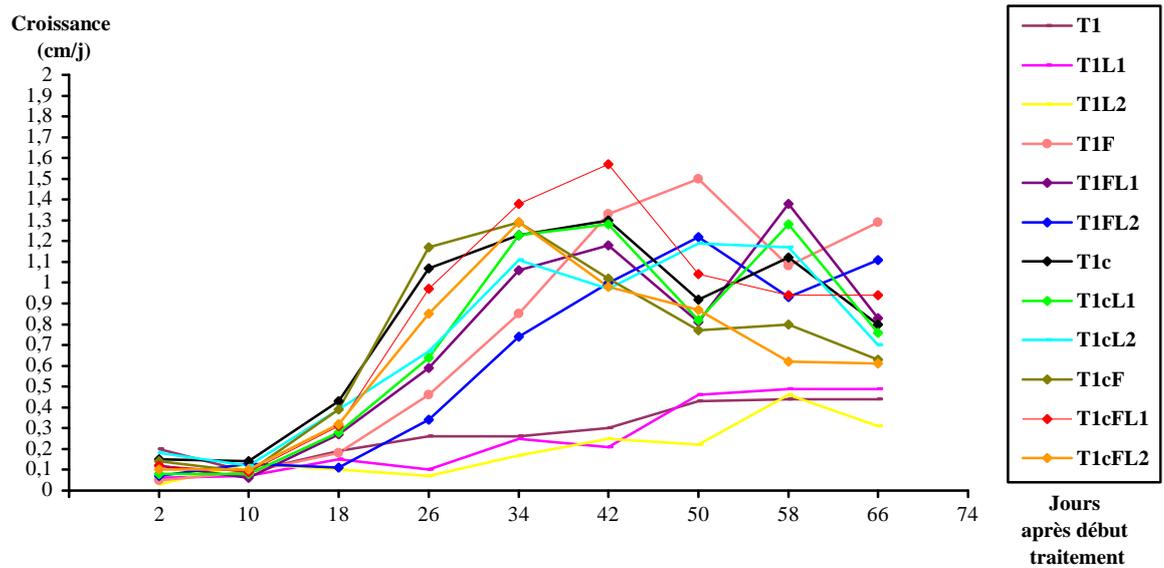


Figure 6.1 : Vitesse de croissance de la variété Marmande.

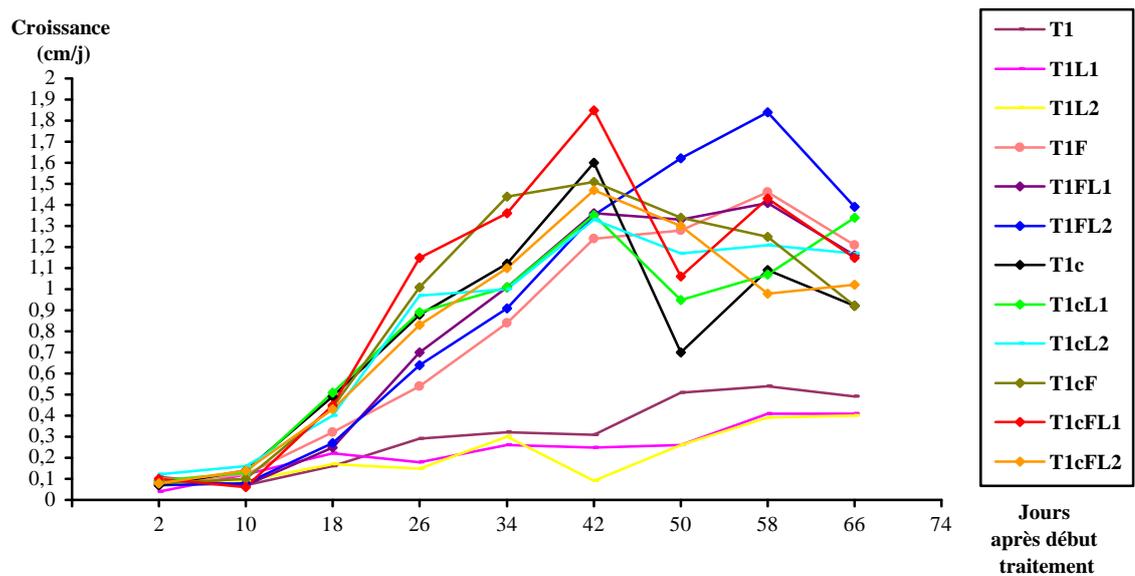


Figure 6.2 : Vitesse de croissance de la variété Saint-pierre.

Les deux figures montrent l'évolution de la vitesse de croissance des plantes de tomate au niveau des deux variétés sous l'effet des traitements.

A première vue, on constate que pour les deux variétés, il existe deux ensembles de courbes. Le premier ensemble est constitué par les traitements salins naturels  $T_1$ ,  $T_1L_1$  et  $T_1L_2$  qui inhibent la vitesse de croissance en la rendant stationnaire aux alentours de 0.1 à 0.5cm par jour.

Le deuxième ensemble est constitué par les autres traitements où la vitesse de croissance s'améliore progressivement jusqu'à atteindre 1.9cm par jour pour certains traitements. C'est le cas de  $T_1cFL_1$  au 42<sup>ème</sup> jour après début traitement au niveau de la variété Saint-pierre. Il est à rappeler que le  $T_1cFL_1$  constitue la solution saline corrigée plus Fertiactyl avec application de lessivage un jour sur sept.

Pour les deux variétés, on remarque que l'effet traitement devient apparent à partir du 18<sup>ème</sup> jour après l'application des solutions. Au cours du cycle de développement des plantes, on constate un ralentissement de la vitesse de croissance pour les différents traitements, phénomène qui peut être due aux conditions de la culture.

### 6.1.2. Hauteur finale des plantes

La hauteur finale des plantes est présentée dans le tableau 6.1.

Tableau 6.1 : Hauteur finale des plantes (cm).

Variétés Traitements	Coupe 01		Coupe 02		Coupe 03		Coupe finale	
	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>
T <sub>1</sub>	5.60 ± 0.56 j	7.93 ± 1.29 ij	10.82 ± 0.68 ij	12.10 ± 0.51 ij	22.72 ± 2.41 f	23.63 ± 3.15 f	39.47 ± 4.07 i	47.76 ± 6.72 h
T <sub>1</sub> L <sub>1</sub>	6.70 ± 1.59 ij	7.07 ± 1.63 ij	12.88 ± 2.24 ij	15.76 ± 1.11 i	17.02 ± 2.60 fg	23.70 ± 4.09 f	21.87 ± 3.80 k	31.23 ± 3.39 j
T <sub>1</sub> L <sub>2</sub>	7.07 ± 0.15 ij	8.18 ± 0.95 ij	8.58 ± 1.40 j	13.97 ± 1.04 i	11.92 ± 0.46 g	23.83 ± 1.83 f	20.23 ± 2.39 k	34.25 ± 3.23 j
T <sub>1</sub> F	9.75 ± 2.63 hi	17.00 ± 1.99 cde	28.78 ± 2.33 h	36.75 ± 5.19 fg	36.97 ± 4.35 e	58.98 ± 3.05 bc	60.80 ± 2.99 def	71.20 ± 5.80 b
T <sub>1</sub> FL <sub>1</sub>	15.60 ± 1.58 def	18.05 ± 1.59 bcde	36.45 ± 2.45 fg	41.83 ± 0.24 cde	49.55 ± 11.24 cd	71.80 ± 5.70 a	58.22 ± 1.27 efg	66.45 ± 1.81 bcd
T <sub>1</sub> FL <sub>2</sub>	9.30 ± 0.54 hij	11.93 ± 1.17 gh	32.63 ± 4.87 gh	40.17 ± 1.43 def	39.17 ± 2.74 e	72.53 ± 2.73 a	55.50 ± 0.58 fg	80.93 ± 1.55 a
T <sub>1</sub> C	19.83 ± 1.01 abcd	17.80 ± 1.10 bcde	42.08 ± 3.64 cde	49.00 ± 2.65 a	60.25 ± 5.17 bc	55.32 ± 3.09 bc	55.30 ± 2.61 fg	59.55 ± 4.63 defg
T <sub>1</sub> C L <sub>1</sub>	19.30 ± 0.56 abcd	22.00 ± 1.63 ab	34.20 ± 0.40 g	47.00 ± 3.11 abc	44.28 ± 10.02 de	63.20 ± 2.72 b	52.45 ± 2.00 gh	64.35 ± 2.44 bcde
T <sub>1</sub> C L <sub>2</sub>	19.08 ± 2.84 abcd	18.53 ± 0.71 abcde	37.23 ± 2.62 efg	47.03 ± 2.03 abc	41.30 ± 9.12 de	58.83 ± 3.81 bc	57.90 ± 2.20 efg	68.30 ± 6.79 bc
T <sub>1</sub> C F	17.85 ± 3.81 bcde	22.63 ± 3.12 a	34.88 ± 3.15 fg	50.70 ± 2.92 a	51.38 ± 3.04 cd	63.40 ± 6.60 b	52.15 ± 0.37 gh	66.55 ± 4.58 bcd
T <sub>1</sub> C FL <sub>1</sub>	14.93 ± 0.98 efg	19.67 ± 1.70 abcd	29.50 ± 1.58 h	47.38 ± 4.39 ab	49.43 ± 5.07 cd	58.97 ± 4.28 bc	52.40 ± 3.84 gh	69.20 ± 1.62 b
T <sub>1</sub> C FL <sub>2</sub>	12.60 ± 0.84 fgh	20.83 ± 3.97 abc	34.78 ± 3.86 fg	42.67 ± 1.25 bcd	51.25 ± 3.35 cd	59.95 ± 1.34 bc	56.15 ± 3.55 fg	61.40 ± 3.97 cdef

V<sub>1</sub> : Marmande

V<sub>2</sub> : Saint-pierre

L'analyse de la variance révèle une différence très hautement significative au niveau de l'interaction entre les traitements et les variétés à travers les quatre coupes (Tableau 1 en appendice B).

La solution saline corrigée plus Fertiactyl ( $T_1cF$ ) présente la hauteur finale des plantes la plus élevée au niveau de la variété Saint-pierre durant les coupes 01 et 02, tandis que pour les deux dernières coupes, c'est la solution saline naturelle plus Fertiactyl à deux lessivages par semaine ( $T_1FL_2$ ) qui enregistre la meilleure hauteur avec les plantes de la variété Saint-pierre.

La hauteur la plus faible est enregistrée chez les plantes de la variété Marmande alimentées par les traitements salins naturels  $T_1$ ,  $T_1L_1$  et  $T_1L_2$  quelque soit le stade de coupe. Ces valeurs faibles sont dues au déséquilibre ionique du milieu aboutissent à une réduction de la taille des plantes.

Il est à noter que la variété Saint-pierre manifeste les hauteurs finales les plus élevées par rapport à la variété Marmande quelque soit le traitement appliqué et la période de coupe effectuée. De ce fait, on peut dire qu'il apparaît une légère différence de réaction au niveau des deux variétés selon le type de milieu testé.

### 6.1.3. Diamètre final des tiges

Les valeurs moyennes du diamètre final des tiges sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 6.2 : Diamètre final des tiges (cm).

Variétés Traitements	Coupe 01		Coupe 02		Coupe 03		Coupe finale	
	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>
T <sub>1</sub>	0.26 ± 0.04 h	0.33 ± 0.01 fg	0.34 ± 0.02 i	0.43 ± 0.02 h	0.44 ± 0.03 gh	0.50 ± 0.00 g	0.52 ± 0.03 jk	0.64 ± 0.03 j
T <sub>1</sub> L <sub>1</sub>	0.30 ± 0.04 gh	0.29 ± 0.05 gh	0.40 ± 0.00 h	0.48 ± 0.02 g	0.39 ± 0.07 h	0.53 ± 0.05 g	0.57 ± 0.07 jk	0.56 ± 0.03 jk
T <sub>1</sub> L <sub>2</sub>	0.24 ± 0.02 h	0.33 ± 0.03 fg	0.30 ± 0.00 i	0.43 ± 0.01 h	0.38 ± 0.01 h	0.45 ± 0.04 gh	0.48 ± 0.05 k	0.55 ± 0.04 jk
T <sub>1</sub> F	0.35 ± 0.04 efg	0.43 ± 0.04 cde	0.51 ± 0.00 g	0.63 ± 0.05 ef	0.64 ± 0.08 f	0.74 ± 0.06 cdef	0.89 ± 0.04 fghi	0.81 ± 0.02 i
T <sub>1</sub> FL <sub>1</sub>	0.40 ± 0.02 def	0.43 ± 0.03 cde	0.63 ± 0.03 def	0.70 ± 0.00 abc	0.67 ± 0.09 f	0.66 ± 0.05 f	0.94 ± 0.05 defghi	0.94 ± 0.04 defghi
T <sub>1</sub> FL <sub>2</sub>	0.34 ± 0.03 fg	0.35 ± 0.03 efg	0.50 ± 0.00 g	0.61 ± 0.01 f	0.73 ± 0.04 def	0.69 ± 0.05 ef	0.85 ± 0.05 hi	0.92 ± 0.08 efghi
T <sub>1</sub> C	0.55 ± 0.02 a	0.53 ± 0.01 ab	0.70 ± 0.00 abc	0.74 ± 0.05 ab	0.77 ± 0.05 bcde	0.79 ± 0.02 abcde	0.87 ± 0.05 ghi	1.02 ± 0.06 bcdef
T <sub>1</sub> C L <sub>1</sub>	0.51 ± 0.01 abc	0.50 ± 0.02 abc	0.69 ± 0.05 bcd	0.69 ± 0.04 bcd	0.87 ± 0.04 ab	0.83 ± 0.04 abcd	1.06 ± 0.07 bcde	1.08 ± 0.06 abcd
T <sub>1</sub> C L <sub>2</sub>	0.47 ± 0.09 bcd	0.49 ± 0.03 abc	0.65 ± 0.04 cdef	0.66 ± 0.03 cdef	0.80 ± 0.04 abcd	0.84 ± 0.05 abcd	1.09 ± 0.08 abc	1.10 ± 0.08 ab
T <sub>1</sub> C F	0.41 ± 0.02 def	0.55 ± 0.04 ab	0.61 ± 0.01 f	0.63 ± 0.04 def	0.74 ± 0.07 cdef	0.82 ± 0.04 abcd	0.99 ± 0.08 bcdefg	0.94 ± 0.12 defghi
T <sub>1</sub> C FL <sub>1</sub>	0.44 ± 0.04 cd	0.50 ± 0.05 abc	0.65 ± 0.02 cdef	0.75 ± 0.04 a	0.85 ± 0.04 abc	0.90 ± 0.07 a	0.96 ± 0.08 cdefgh	0.96 ± 0.08 cdefgh
T <sub>1</sub> C FL <sub>2</sub>	0.40 ± 0.02 def	0.47 ± 0.05 abcd	0.67 ± 0.04 cde	0.74 ± 0.05 ab	0.84 ± 0.01 abcd	0.77 ± 0.05 bcde	1.04 ± 0.01 bcde	1.19 ± 0.05 a

Selon l'analyse de la variance, il existe une différence hautement significative au niveau de l'interaction entre les traitements et les variétés à travers la 1<sup>ère</sup> et les deux dernières coupes. A noter également une différence très hautement significative à la 2<sup>ème</sup> coupe (Tableau 2 en appendice B).

Les plantes de la variété Marmande enregistrent le diamètre le plus élevé avec le traitement T<sub>1c</sub> au 70<sup>ème</sup> jour après repiquage (coupe 01). A l'inverse, c'est la variété Saint-pierre qui présente le diamètre de tige le plus élevé avec le traitement T<sub>1cFL<sub>1</sub></sub> durant la deuxième et la troisième coupe. Le traitement T<sub>1cFL<sub>2</sub></sub> présente le paramètre mesuré le plus élevé durant la coupe finale.

Les plantes de la variété Marmande issues du traitement salin naturel avec application de deux lessivages par semaine (T<sub>1L<sub>2</sub></sub>) forment des tiges les plus faibles, compte tenu l'absence d'éléments utiles et le déséquilibre ionique du milieu entraînant un désordre dans la physiologie de la plante. Ce déséquilibre ionique limite l'absorption d'autres éléments en particulier le Mg<sup>2+</sup> qui est indispensable au maintien de l'hydratation du cytoplasme cellulaire [41].

### 6.1.4. Nombre final des feuilles

Les valeurs moyennes du nombre final des feuilles sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 6.3 : Nombre final des feuilles par plante.

Variétés Traitements	Coupe 01		Coupe 02		Coupe 03		Coupe finale	
	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>
T <sub>1</sub>	6.50 ± 0.58 gh	6.25 ± 0.50 gh	9.00 ± 0.82 h	7.25 ± 0.96 hi	12.00 ± 0.82 g	8.50 ± 1.29 h	9.25 ± 2.87 efghi	9.75 ± 1.71 defghi
T <sub>1</sub> L <sub>1</sub>	6.50 ± 0.58 gh	5.50 ± 0.58 h	10.67 ± 0.94 g	7.67 ± 0.47 hi	9.00 ± 0.82 h	10.00 ± 0.82 h	8.25 ± 1.71 ghi	6.25 ± 0.96 i
T <sub>1</sub> L <sub>2</sub>	7.25 ± 0.50 gh	6.00 ± 0.00 gh	7.00 ± 0.00 i	7.33 ± 0.94 hi	9.75 ± 0.50 h	10.00 ± 0.00 h	7.75 ± 0.50 hi	7.67 ± 2.05 hi
T <sub>1</sub> F	10.00 ± 1.15 cde	9.25 ± 1.26 ef	13.00 ± 1.41 def	12.00 ± 0.82 fg	14.67 ± 1.89 ef	13.75 ± 1.71 fg	14.50 ± 0.41 ab	10.33 ± 0.47 cdefgh
T <sub>1</sub> FL <sub>1</sub>	11.33 ± 0.47 bcd	9.00 ± 0.00 ef	15.67 ± 1.89 bc	12.67 ± 0.47 ef	18.00 ± 0.82 cd	13.00 ± 1.41 fg	16.00 ± 0.82 a	8.00 ± 0.00 ghi
T <sub>1</sub> FL <sub>2</sub>	10.25 ± 1.50 bcde	7.67 ± 0.47 fg	17.00 ± 0.82 ab	12.00 ± 0.00 fg	18.67 ± 0.94 c	13.75 ± 0.96 fg	9.00 ± 2.16 efghi	8.75 ± 1.26 fghi
T <sub>1</sub> C	11.67 ± 1.25 bcd	10.25 ± 0.50 bcde	18.67 ± 0.47 a	14.75 ± 0.50 cde	21.00 ± 1.15 ab	16.25 ± 0.50 de	12.75 ± 3.77 abcdef	11.75 ± 1.26 bcdefg
T <sub>1</sub> C L <sub>1</sub>	13.50 ± 1.29 a	10.33 ± 0.47 bcde	17.00 ± 2.45 ab	13.75 ± 0.96 cdef	22.67 ± 0.47 a	16.50 ± 0.58 de	15.75 ± 1.71 ab	12.67 ± 0.47 abcdef
T <sub>1</sub> C L <sub>2</sub>	13.75 ± 0.96 a	9.33 ± 0.47 ef	17.50 ± 1.29 a	13.25 ± 0.96 def	20.33 ± 1.25 b	16.33 ± 0.94 de	15.33 ± 1.25 ab	12.50 ± 1.29 abcdef
T <sub>1</sub> C F	12.00 ± 0.82 b	9.75 ± 0.50 de	17.67 ± 0.47 a	15.50 ± 0.58 bc	21.50 ± 0.58 ab	17.50 ± 1.00 cd	13.33 ± 2.49 abcd	13.00 ± 1.83 abcde
T <sub>1</sub> C FL <sub>1</sub>	11.75 ± 2.06 bc	9.00 ± 0.82 ef	12.67 ± 0.47 ef	15.00 ± 0.82 cd	21.00 ± 1.63 ab	17.50 ± 0.58 cd	14.00 ± 0.82 abc	12.75 ± 0.96 abcdef
T <sub>1</sub> C FL <sub>2</sub>	11.50 ± 0.58 bcd	9.25 ± 0.50 ef	13.33 ± 0.47 def	14.00 ± 0.00 cdef	21.33 ± 0.94 ab	17.92 ± 0.83 cd	14.00 ± 2.94 abc	12.50 ± 1.00 abcdef

L'analyse de la variance révèle une différence très hautement significative au niveau de l'interaction entre les traitements et les variétés concernant les trois dernières coupes. A noter également une différence hautement significative à la 1<sup>ère</sup> coupe (Tableau 3 en appendice B).

Le nombre des feuilles est plus important au niveau de la variété Marmande que celui observé au niveau de la variété Saint-pierre pour l'ensemble des traitements. En se basant sur cette remarque, on constate que le nombre des feuilles le plus élevé pendant la première coupe est enregistré au niveau du traitement T<sub>1</sub>cL<sub>2</sub>, au niveau du traitement T<sub>1</sub>c durant la deuxième coupe, et au niveau du traitement T<sub>1</sub>cL<sub>1</sub> pendant la troisième coupe et la coupe finale.

Le nombre de feuilles le plus réduit est enregistré au niveau des plantes alimentées par les traitements salins naturels T<sub>1</sub>, T<sub>1</sub>L<sub>1</sub> et T<sub>1</sub>L<sub>2</sub> quelque soit la variété et le nombre de lessivages.

### 6.1.5. Poids frais total des plantes

Le poids frais total des plantes est présenté dans le tableau 6.4.

Tableau 6.4 : Poids frais total des plantes (g).

Variétés Traitements	Coupe 01		Coupe 02		Coupe 03		Coupe finale	
	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>
T <sub>1</sub>	1.05 ± 0.22 g	1.59 ± 0.33 g	3.02 ± 0.32 i	3.52 ± 0.96 i	6.19 ± 0.88 h	7.77 ± 1.52 h	14.43 ± 1.96 j	13.77 ± 0.82 j
T <sub>1</sub> L <sub>1</sub>	1.17 ± 0.30 g	1.08 ± 0.33 g	3.80 ± 1.31 i	3.97 ± 0.44 i	4.81 ± 1.53 h	6.49 ± 1.06 h	8.13 ± 1.99 j	9.48 ± 0.67 j
T <sub>1</sub> L <sub>2</sub>	1.52 ± 0.21 g	1.69 ± 0.10 g	2.09 ± 0.44 i	4.26 ± 0.57 i	3.14 ± 0.60 h	5.44 ± 0.65 h	5.96 ± 0.44 j	10.18 ± 0.60 j
T <sub>1</sub> F	3.74 ± 1.69 fg	7.52 ± 1.69 de	25.07 ± 3.52 h	27.27 ± 2.93 h	47.46 ± 5.24 g	68.04 ± 7.64 ef	144.55 ± 5.92 f	159.76 ± 6.49 f
T <sub>1</sub> FL <sub>1</sub>	8.28 ± 1.33 cde	7.81 ± 0.82 de	35.28 ± 2.77 g	42.38 ± 0.76 efg	57.61 ± 5.74 fg	68.82 ± 5.26 ef	94.33 ± 6.22 h	120.04 ± 13.81 g
T <sub>1</sub> FL <sub>2</sub>	3.08 ± 0.43 g	3.62 ± 0.48 fg	26.01 ± 4.36 h	36.00 ± 1.40 g	46.57 ± 7.49 g	69.76 ± 4.76 ef	53.12 ± 0.08 i	93.38 ± 5.94 h
T <sub>1</sub> C	12.44 ± 0.76 ab	10.86 ± 1.62 abc	50.98 ± 3.27 bc	59.85 ± 3.34 a	86.29 ± 4.08 de	97.43 ± 5.86 cd	253.11 ± 29.65 b	303.97 ± 11.55 a
T <sub>1</sub> C L <sub>1</sub>	13.25 ± 0.82 a	13.33 ± 0.63 a	48.43 ± 3.85 cde	62.26 ± 4.16 a	89.00 ± 15.29 cde	111.26 ± 11.59 bc	205.92 ± 22.21 d	214.20 ± 4.65 cd
T <sub>1</sub> C L <sub>2</sub>	10.51 ± 2.30 abcd	9.84 ± 0.92 bcd	43.69 ± 6.37 def	52.77 ± 1.75 bc	88.15 ± 26.79 cde	102.79 ± 10.93 bcd	144.66 ± 12.83 f	216.12 ± 20.38 cd
T <sub>1</sub> C F	10.26 ± 2.98 abcd	11.99 ± 1.99 ab	38.85 ± 5.56 fg	56.31 ± 3.44 ab	86.14 ± 12.22 de	108.79 ± 13.70 bcd	228.99 ± 16.75 c	300.35 ± 7.18 a
T <sub>1</sub> C FL <sub>1</sub>	7.57 ± 1.15 de	13.14 ± 2.79 a	40.87 ± 5.18 fg	61.72 ± 9.41 a	98.44 ± 19.13 cd	133.24 ± 12.19 a	110.97 ± 0.69 gh	142.96 ± 20.15 f
T <sub>1</sub> C FL <sub>2</sub>	6.07 ± 1.07 ef	12.13 ± 2.89 ab	49.14 ± 2.23 cd	59.18 ± 0.73 a	96.12 ± 14.12 cd	122.40 ± 16.33 ab	184.68 ± 0.88 e	256.73 ± 0.33 b

Selon l'analyse de la variance, il existe une différence très hautement significative au niveau de l'interaction entre les traitements et les variétés à travers la coupe finale et les deux premières coupes. A noter également une différence significative à la 3<sup>ème</sup> coupe (Tableau 4 en appendice B).

Les plantes de la variété Saint-pierre alimentées par la solution saline corrigée avec l'application d'un lessivage par semaine ( $T_{1cL_1}$ ) donnent le poids frais total le plus élevé, et ce au niveau de la 1<sup>ère</sup> et de la 2<sup>ème</sup> coupe.

Au 108<sup>ème</sup> jour après repiquage (coupe 03), c'est le traitement  $T_{1cFL_1}$  qui donne le poids frais le plus élevé chez la variété Saint-pierre, tandis qu'à la coupe finale, c'est les traitements  $T_{1c}$  et  $T_{1cL_1}$  qui manifestent le poids frais total le plus élevé, toujours au niveau de la même variété citée précédemment.

On constate que l'application d'un lessivage par semaine a permis d'augmenter le poids frais total des plantes et ce par la diminution de l'accumulation de sels au niveau des racines des plantes aboutissant à l'abaissement de l'effet osmose sur la plante qui se traduit par une meilleure absorption de l'eau par les plantes.

Néanmoins, le poids frais total le plus faible est observé chez les plantes de la variété Marmande traitées par la solution saline naturelle avec application de deux lessivages par semaine ( $T_{1L_2}$ ) durant les trois dernières coupes.

### 6.1.6. Poids frais des feuilles

Les valeurs moyennes du poids frais des feuilles sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 6.5 : Poids frais des feuilles (g).

Variétés Traitements	Coupe 01		Coupe 02		Coupe 03		Coupe finale	
	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>						
T <sub>1</sub>	0.78 ± 0.16 g	1.06 ± 0.21 g	1.90 ± 0.31 i	2.15 ± 0.66 i	3.43 ± 0.33 i	4.78 ± 0.49 i	7.23 ± 0.83 k	5.34 ± 0.40 k
T <sub>1</sub> L <sub>1</sub>	0.82 ± 0.17 g	0.72 ± 0.20 g	2.54 ± 0.90 i	2.22 ± 0.28 i	2.52 ± 0.65 i	3.35 ± 0.39 i	4.57 ± 0.32 k	3.68 ± 0.39 k
T <sub>1</sub> L <sub>2</sub>	1.09 ± 0.17 g	1.12 ± 0.05 g	1.45 ± 0.30 i	2.56 ± 0.37 i	2.18 ± 0.37 i	3.08 ± 0.10 i	2.85 ± 0.16 k	5.40 ± 0.46 k
T <sub>1</sub> F	2.81 ± 1.17 g	5.05 ± 1.13 f	18.46 ± 2.83 h	17.55 ± 2.55 h	35.60 ± 0.85 h	47.17 ± 3.93 g	116.74 ± 4.79 f	122.56 ± 7.93 f
T <sub>1</sub> FL <sub>1</sub>	6.05 ± 0.94 def	5.19 ± 0.47 f	24.64 ± 1.68 fg	27.90 ± 0.60 ef	41.17 ± 2.68 gh	41.16 ± 1.03 gh	68.94 ± 3.97 hi	81.79 ± 15.17 gh
T <sub>1</sub> FL <sub>2</sub>	2.35 ± 0.32 g	2.49 ± 0.28 g	17.85 ± 2.82 h	22.41 ± 1.13 gh	34.73 ± 3.86 h	41.44 ± 1.83 gh	36.64 ± 0.42 j	55.32 ± 4.02 i
T <sub>1</sub> C	8.44 ± 0.21 abc	7.36 ± 1.25 abcd	36.04 ± 2.01 bc	38.43 ± 2.23 ab	63.79 ± 1.76 ef	69.91 ± 0.38 de	218.57 ± 29.61 b	256.80 ± 13.29 a
T <sub>1</sub> C L <sub>1</sub>	9.35 ± 0.63 a	8.57 ± 0.43 ab	34.31 ± 3.38 bcd	41.58 ± 3.26 a	73.26 ± 7.06 cd	81.04 ± 5.90 b	166.20 ± 18.58 d	172.55 ± 2.80 d
T <sub>1</sub> C L <sub>2</sub>	7.11 ± 1.40 bcde	6.40 ± 0.52 cdef	29.91 ± 5.43 de	33.84 ± 1.95 bcd	59.85 ± 5.71 f	68.24 ± 6.74 def	115.08 ± 14.71 f	167.21 ± 20.60 d
T <sub>1</sub> C F	7.37 ± 2.01 abcd	7.65 ± 1.27 abcd	27.69 ± 4.68 ef	35.72 ± 3.24 bc	68.30 ± 7.11 def	79.14 ± 5.77 bc	184.54 ± 7.63 cd	247.68 ± 4.45 a
T <sub>1</sub> C FL <sub>1</sub>	5.38 ± 0.84 ef	9.10 ± 2.03 ab	30.79 ± 4.27 cde	39.32 ± 5.91 ab	67.29 ± 7.72 def	100.53 ± 5.72 a	80.10 ± 2.08 gh	93.79 ± 13.96 g
T <sub>1</sub> C FL <sub>2</sub>	4.48 ± 0.73 f	8.02 ± 1.66 abcd	35.20 ± 2.15 bcd	39.42 ± 1.22 ab	67.06 ± 4.86 def	79.82 ± 0.96 bc	147.28 ± 5.18 e	192.95 ± 4.54 c

Selon l'analyse de la variance, il existe une différence très hautement significative au niveau de l'interaction entre les traitements et les variétés à travers la 1<sup>ère</sup> et les deux dernières coupes. A noter également une différence significative à la 2<sup>ème</sup> coupe (Tableau 5 en appendice B).

Le poids frais des feuilles le plus élevé est observé chez les plantes alimentées par le traitement T<sub>1</sub>cL<sub>1</sub> au niveau de la variété Marmande au 70<sup>ème</sup> jour après repiquage et au niveau de la variété Saint-pierre au 93<sup>ème</sup> jour après repiquage (coupe 03).

La solution saline corrigée plus Fertiactyl (T<sub>1</sub>cF) enregistre le poids frais des feuilles le plus élevé durant la 3<sup>ème</sup> coupe avec application d'un lessivage par semaine. Même en absence de lessivage, on constate le même résultat en coupe finale au niveau de la variété Saint-pierre.

Toujours, c'est les plantes alimentées par les traitements T<sub>1</sub>, T<sub>1</sub>L<sub>1</sub> et T<sub>1</sub>L<sub>2</sub> quelque soit la variété qui présentent les résultats les plus faibles. Cette réduction de biomasse de feuilles a pour origine une diminution de la photosynthèse et un dessèchement précoce des plantes.

### 6.1.7. Poids frais des tiges

Les valeurs moyennes du poids frais des tiges sont présentées dans le tableau 6.6.

Tableau 6.6 : Poids frais des tiges (g).

Variétés Traitements	Coupe 01		Coupe 02		Coupe 03		Coupe finale	
	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>
T <sub>1</sub>	0.27 ± 0.07 h	0.52 ± 0.15 gh	1.13 ± 0.32 h	1.37 ± 0.31 h	2.46 ± 0.29 g	3.39 ± 0.60 g	6.52 ± 1.77 gh	9.63 ± 2.65 gh
T <sub>1</sub> L <sub>1</sub>	0.34 ± 0.14 h	0.36 ± 0.14 h	1.26 ± 0.42 h	1.74 ± 0.16 h	1.83 ± 0.44 g	3.01 ± 0.67 g	5.93 ± 3.83 gh	5.67 ± 0.75 gh
T <sub>1</sub> L <sub>2</sub>	0.43 ± 0.04 h	0.57 ± 0.05 gh	0.64 ± 0.17 h	1.70 ± 0.22 h	1.08 ± 0.16 g	2.59 ± 0.22 g	3.11 ± 0.29 h	5.98 ± 0.85 gh
T <sub>1</sub> F	0.93 ± 0.52 gh	2.47 ± 0.57 def	6.61 ± 1.00 g	9.73 ± 1.12 ef	13.41 ± 2.07 f	23.44 ± 1.19 d	27.81 ± 1.12 ef	37.20 ± 4.91 cdef
T <sub>1</sub> FL <sub>1</sub>	2.24 ± 0.39 ef	2.62 ± 0.36 def	10.63 ± 1.43 e	14.48 ± 0.33 d	17.51 ± 2.44 ef	28.67 ± 3.11 c	25.38 ± 2.25 f	38.25 ± 1.36 cdef
T <sub>1</sub> FL <sub>2</sub>	0.73 ± 0.11 gh	1.13 ± 0.21 gh	8.17 ± 1.75 fg	13.59 ± 0.56 d	14.20 ± 1.84 f	30.22 ± 1.32 bc	16.27 ± 0.04 g	40.73 ± 6.59 cde
T <sub>1</sub> C	4.00 ± 0.57 ab	3.50 ± 0.39 bcd	14.94 ± 1.52 d	21.42 ± 1.16 ab	22.50 ± 2.53 d	29.15 ± 2.57 c	27.88 ± 8.10 ef	44.01 ± 6.61 cd
T <sub>1</sub> C L <sub>1</sub>	3.90 ± 0.23 abc	4.76 ± 0.35 a	14.12 ± 0.54 d	20.69 ± 1.03 abc	20.81 ± 3.45 de	34.70 ± 2.06 ab	37.65 ± 7.56 cdef	44.54 ± 4.50 cd
T <sub>1</sub> C L <sub>2</sub>	3.39 ± 0.90 bcd	3.43 ± 0.41 bcd	13.78 ± 1.26 d	18.93 ± 0.83 c	17.40 ± 4.67 ef	30.23 ± 1.19 bc	33.12 ± 5.35 def	47.32 ± 8.08 bc
T <sub>1</sub> C F	2.89 ± 0.97 cde	4.34 ± 0.82 ab	11.15 ± 1.07 e	20.58 ± 0.22 abc	20.78 ± 3.12 de	32.97 ± 6.58 abc	31.74 ± 3.60 def	47.22 ± 6.90 bc
T <sub>1</sub> C FL <sub>1</sub>	2.19 ± 0.33 ef	4.04 ± 0.76 ab	10.09 ± 1.15 ef	22.40 ± 3.52 a	23.16 ± 2.16 d	37.28 ± 2.37 a	32.10 ± 4.22 def	56.16 ± 15.30 b
T <sub>1</sub> C FL <sub>2</sub>	1.58 ± 0.34 fg	4.11 ± 1.25 ab	13.93 ± 0.41 d	19.76 ± 0.86 bc	23.98 ± 2.93 d	35.00 ± 1.65 ab	36.66 ± 6.15 cdef	65.42 ± 5.36 a

L'analyse de la variance révèle une différence très hautement significative au niveau de l'interaction entre les traitements et les variétés à travers les quatre coupes effectuées (Tableau 6 en appendice B).

La variété Saint-pierre demeure la variété qui donne le poids frais de tige le plus important à travers les quatre coupes et pour les différents traitements appliqués.

Au 70<sup>ème</sup> jour après repiquage, c'est le traitement T<sub>1</sub>cL<sub>1</sub> qui donne le meilleur poids du paramètre mesuré. Au 93<sup>ème</sup> et 108<sup>ème</sup> jour, le traitement T<sub>1</sub>cFL<sub>1</sub> présente le poids frais de tige le plus élevé. Tandis qu'au 165<sup>ème</sup> jour (coupe finale), c'est les plantes alimentées par le traitement T<sub>1</sub>cFL<sub>2</sub> qui enregistrent le poids frais le plus important. Cela nous mène à dire que la combinaison Fertiactyl - lessivage a permis d'augmenter le poids frais de tige au niveau des plantes des deux variétés.

Le traitement T<sub>1</sub>L<sub>2</sub> enregistre le poids frais de tiges nettement plus faible par rapport aux autres traitements, et ce quelque soit la variété.

### 6.1.8. Poids sec total des plantes

Les valeurs moyennes du poids sec total des plantes sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 6.7 : Poids sec total des plantes (g).

Variétés Traitements	Coupe 01		Coupe 02		Coupe 03		Coupe finale	
	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>
T <sub>1</sub>	0.13 ± 0.03 e	0.16 ± 0.03 e	0.42 ± 0.05 f	0.50 ± 0.14 f	0.71 ± 0.05 j	0.88 ± 0.09 j	1.81 ± 0.24 h	1.95 ± 0.11 h
T <sub>1</sub> L <sub>1</sub>	0.15 ± 0.04 e	0.10 ± 0.03 e	0.63 ± 0.22 f	0.60 ± 0.07 f	0.49 ± 0.12 j	0.81 ± 0.02 j	1.20 ± 0.30 h	1.11 ± 0.09 h
T <sub>1</sub> L <sub>2</sub>	0.21 ± 0.03 e	0.18 ± 0.01 e	0.25 ± 0.05 f	0.56 ± 0.08 f	0.40 ± 0.04 j	0.66 ± 0.03 j	0.85 ± 0.06 h	1.17 ± 0.07 h
T <sub>1</sub> F	0.39 ± 0.18 e	0.61 ± 0.14 d	3.63 ± 0.51 e	3.51 ± 0.39 e	6.43 ± 0.24 hi	8.38 ± 0.54 f	21.14 ± 0.86 e	24.03 ± 0.53 d
T <sub>1</sub> FL <sub>1</sub>	0.94 ± 0.15 bc	0.66 ± 0.07 d	5.17 ± 0.41 d	4.98 ± 0.09 d	7.13 ± 0.50 gh	7.90 ± 0.26 fg	17.86 ± 1.18 f	18.66 ± 2.17 ef
T <sub>1</sub> FL <sub>2</sub>	0.35 ± 0.05 e	0.29 ± 0.04 e	3.68 ± 0.61 e	5.48 ± 0.22 d	5.99 ± 0.44 i	8.25 ± 0.32 f	11.46 ± 0.31 g	13.64 ± 1.34 g
T <sub>1</sub> C	1.09 ± 0.06 ab	0.79 ± 0.13 cd	7.69 ± 0.50 bc	8.23 ± 0.46 b	10.33 ± 0.57 e	12.09 ± 0.06 cd	31.78 ± 3.43 c	38.24 ± 1.28 b
T <sub>1</sub> C L <sub>1</sub>	1.26 ± 0.08 a	0.99 ± 0.05 abc	6.89 ± 0.56 c	9.27 ± 0.62 a	9.96 ± 0.67 e	12.97 ± 0.46 bc	29.08 ± 3.26 c	26.64 ± 0.48 d
T <sub>1</sub> C L <sub>2</sub>	0.99 ± 0.21 abc	0.68 ± 0.06 d	5.89 ± 0.88 d	8.00 ± 0.29 b	8.40 ± 0.79 f	11.00 ± 0.70 de	20.24 ± 1.60 ef	30.15 ± 0.89 c
T <sub>1</sub> C F	1.14 ± 0.33 ab	0.99 ± 0.17 abc	5.65 ± 0.82 d	7.57 ± 0.48 bc	11.05 ± 1.17 de	11.94 ± 0.90 cd	30.77 ± 2.03 c	44.39 ± 1.09 a
T <sub>1</sub> C FL <sub>1</sub>	0.76 ± 0.11 cd	1.02 ± 0.22 abc	5.73 ± 0.73 d	7.80 ± 1.19 bc	13.58 ± 1.46 ab	14.18 ± 0.51 a	20.33 ± 0.13 ef	24.17 ± 3.54 d
T <sub>1</sub> C FL <sub>2</sub>	0.62 ± 0.11 d	0.87 ± 0.20 bcd	7.22 ± 0.33 bc	8.19 ± 0.10 b	10.73 ± 0.78 e	12.53 ± 0.22 c	30.04 ± 1.06 c	38.05 ± 1.41 b

L'analyse de la variance révèle une différence très hautement significative au niveau de l'interaction entre les traitements et les variétés à travers les quatre coupes effectuées (Tableau 7 en appendice B).

Le traitement T<sub>1</sub>cL<sub>1</sub> manifeste le poids sec total le plus important chez les plantes de la variété Marmande pendant la 1<sup>ère</sup> coupe et celles de la variété Saint-pierre à la 2<sup>ème</sup> coupe. Les plantes alimentées par la solution saline corrigée additionnée au Fertiactyl et avec un lessivage par semaine (T<sub>1</sub>cFL<sub>1</sub>) donnent le poids sec le plus élevé à la 3<sup>ème</sup> coupe, et en absence de lessivage (T<sub>1</sub>cF) durant la coupe finale.

Les traitements salins naturels T<sub>1</sub>, T<sub>1</sub>L<sub>1</sub> et T<sub>1</sub>L<sub>2</sub> enregistrent le poids sec total le plus faible au niveau des deux variétés et durant tout le cycle de la culture.

### 6.1.9. Poids sec des feuilles

Les valeurs moyennes du poids sec des feuilles sont présentées dans le tableau 6.8.

Tableau 6.8 : Poids sec des feuilles (g).

Variétés Traitements	Coupe 01		Coupe 02		Coupe 03		Coupe finale	
	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>
T <sub>1</sub>	0.11 ± 0.02 hi	0.12 ± 0.03 hi	0.32 ± 0.05 f	0.37 ± 0.12 f	0.48 ± 0.05 i	0.58 ± 0.06 i	0.97 ± 0.11 i	0.82 ± 0.06 i
T <sub>1</sub> L <sub>1</sub>	0.12 ± 0.03 hi	0.07 ± 0.02 i	0.50 ± 0.18 f	0.42 ± 0.05 f	0.34 ± 0.09 i	0.49 ± 0.02 i	0.69 ± 0.05 i	0.48 ± 0.05 i
T <sub>1</sub> L <sub>2</sub>	0.17 ± 0.03 hi	0.14 ± 0.01 hi	0.19 ± 0.04 f	0.40 ± 0.06 f	0.35 ± 0.06 i	0.41 ± 0.01 i	0.46 ± 0.03 i	0.37 ± 0.01 i
T <sub>1</sub> F	0.32 ± 0.14 gh	0.47 ± 0.11 fg	2.77 ± 0.43 e	2.45 ± 0.35 e	4.25 ± 0.10 h	5.19 ± 0.43 g	16.31 ± 0.67 e	17.14 ± 0.91 e
T <sub>1</sub> FL <sub>1</sub>	0.77 ± 0.12 bcd	0.51 ± 0.05 efg	3.68 ± 0.25 cd	3.51 ± 0.08 d	4.63 ± 0.30 gh	4.49 ± 0.11 gh	13.03 ± 0.75 fg	12.80 ± 2.38 g
T <sub>1</sub> FL <sub>2</sub>	0.30 ± 0.04 h	0.23 ± 0.03 hi	2.72 ± 0.43 e	3.74 ± 0.19 cd	4.03 ± 0.45 h	4.47 ± 0.20 gh	8.41 ± 0.28 h	7.50 ± 1.42 h
T <sub>1</sub> C	0.87 ± 0.03 abc	0.62 ± 0.11 def	5.33 ± 0.30 b	5.32 ± 0.31 b	6.65 ± 0.18 ef	7.50 ± 0.04 cde	26.19 ± 3.42 c	30.44 ± 1.47 b
T <sub>1</sub> C L <sub>1</sub>	1.00 ± 0.07 a	0.73 ± 0.03 bcde	4.99 ± 0.49 b	6.42 ± 0.50 a	6.65 ± 0.64 ef	8.21 ± 0.60 bc	22.24 ± 2.67 d	20.66 ± 0.21 d
T <sub>1</sub> C L <sub>2</sub>	0.76 ± 0.15 bcd	0.51 ± 0.04 efg	4.24 ± 0.77 cd	5.51 ± 0.32 b	6.11 ± 0.58 f	6.88 ± 0.68 def	15.07 ± 1.93 efg	21.22 ± 1.04 d
T <sub>1</sub> C F	0.91 ± 0.25 ab	0.73 ± 0.12 bcde	4.09 ± 0.69 cd	5.07 ± 0.46 b	7.62 ± 0.79 cd	8.76 ± 0.64 b	23.52 ± 0.83 d	35.03 ± 0.60 a
T <sub>1</sub> C FL <sub>1</sub>	0.62 ± 0.10 def	0.81 ± 0.18 abcd	4.38 ± 0.61 c	5.20 ± 0.79 b	9.64 ± 1.11 a	9.55 ± 0.54 a	14.66 ± 0.38 efg	15.74 ± 2.60 ef
T <sub>1</sub> C FL <sub>2</sub>	0.51 ± 0.09 efg	0.66 ± 0.14 cdef	5.14 ± 0.32 b	5.59 ± 0.17 b	7.29 ± 0.53 de	8.17 ± 0.10 bc	22.71 ± 2.25 d	26.86 ± 2.05 c

Selon l'analyse de la variance, il existe une différence très hautement significative au niveau de l'interaction entre les traitements et les variétés à travers la coupe finale et les deux premières coupes. A noter également une différence hautement significative à la 3<sup>ème</sup> coupe (Tableau 8 en appendice B).

On constate que les remarques précédemment faites concernant le poids sec total des plantes, sont similaires à celles attribuées au poids sec des feuilles. En plus, l'addition du Fertiactyl à la solution saline naturelle (T<sub>1</sub>), a permis d'augmenter le poids sec des feuilles au niveau des plantes des deux variétés de manière significative.

### 6.1.10. Poids sec des tiges

Les valeurs moyennes du poids sec des tiges sont présentées dans le tableau 6.9.

Tableau 6.9 : Poids sec des tiges (g).

Variétés Traitements	Coupe 01		Coupe 02		Coupe 03		Coupe finale	
	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>
T <sub>1</sub>	0.02 ± 0.01 gh	0.03 ± 0.01 gh	0.11 ± 0.03 h	0.13 ± 0.03 h	0.24 ± 0.03 j	0.29 ± 0.05 j	0.76 ± 0.20 i	1.29 ± 0.36 i
T <sub>1</sub> L <sub>1</sub>	0.02 ± 0.01 gh	0.02 ± 0.01 h	0.13 ± 0.04 h	0.18 ± 0.02 h	0.16 ± 0.04 j	0.29 ± 0.06 j	0.86 ± 0.56 i	0.61 ± 0.08 i
T <sub>1</sub> L <sub>2</sub>	0.04 ± 0.01 gh	0.04 ± 0.00 gh	0.06 ± 0.01 h	0.16 ± 0.02 h	0.11 ± 0.02 j	0.24 ± 0.02 j	0.38 ± 0.04 i	0.75 ± 0.11 i
T <sub>1</sub> F	0.06 ± 0.04 gh	0.13 ± 0.03 ef	0.86 ± 0.13 g	1.06 ± 0.12 g	2.04 ± 0.31 hi	3.13 ± 0.16 fg	4.83 ± 0.19 fgh	6.89 ± 0.91 cdef
T <sub>1</sub> FL <sub>1</sub>	0.17 ± 0.03 bcde	0.15 ± 0.02 cdef	1.49 ± 0.20 ef	1.47 ± 0.03 ef	2.38 ± 0.33 hi	3.26 ± 0.35 efg	4.83 ± 0.43 fgh	5.86 ± 0.21 efg
T <sub>1</sub> FL <sub>2</sub>	0.05 ± 0.01 gh	0.06 ± 0.01 gh	0.96 ± 0.21 g	1.73 ± 0.07 de	1.85 ± 0.24 i	3.78 ± 0.17 bcdef	3.07 ± 0.01 h	6.44 ± 1.05 defg
T <sub>1</sub> C	0.23 ± 0.04 ab	0.18 ± 0.02 bcde	2.36 ± 0.24 b	2.91 ± 0.16 a	3.68 ± 0.41 cdef	4.39 ± 0.39 abc	4.51 ± 1.31 gh	7.27 ± 1.09 cde
T <sub>1</sub> C L <sub>1</sub>	0.26 ± 0.02 a	0.26 ± 0.02 a	1.90 ± 0.07 cd	2.86 ± 0.14 a	3.06 ± 0.51 fg	4.65 ± 0.28 a	6.48 ± 1.30 defg	6.40 ± 0.64 defg
T <sub>1</sub> C L <sub>2</sub>	0.22 ± 0.06 abc	0.16 ± 0.02 bcdef	1.64 ± 0.15 e	2.49 ± 0.11 b	2.59 ± 0.70 gh	4.11 ± 0.16 abcd	5.79 ± 0.94 efg	8.77 ± 1.67 bc
T <sub>1</sub> C F	0.23 ± 0.08 abc	0.26 ± 0.05 a	1.56 ± 0.15 ef	2.50 ± 0.03 b	3.29 ± 0.50 efg	4.22 ± 0.84 abcd	5.55 ± 0.63 efg	8.40 ± 1.23 bcd
T <sub>1</sub> C FL <sub>1</sub>	0.14 ± 0.02 def	0.21 ± 0.04 abcd	1.35 ± 0.16 f	2.60 ± 0.41 b	3.99 ± 0.37 abcde	4.52 ± 0.29 ab	5.85 ± 0.74 efg	9.63 ± 2.62 b
T <sub>1</sub> C FL <sub>2</sub>	0.10 ± 0.02 fg	0.21 ± 0.06 abcd	2.08 ± 0.06 c	2.60 ± 0.12 b	3.61 ± 0.44 def	4.43 ± 0.21 abc	7.18 ± 1.21 cde	11.47 ± 0.94 a

L'analyse de la variance révèle une différence très hautement significative au niveau de l'interaction entre les traitements et les variétés à travers les quatre coupes effectuées (Tableau 9 en appendice B).

La variété Saint-pierre donne le poids sec de tige le plus élevé au niveau du traitement T<sub>1</sub>cL<sub>1</sub> pendant les trois premières coupes. Cependant, à la coupe finale, c'est le traitement T<sub>1</sub>cFL<sub>2</sub> qui présente le meilleur poids sec de tige, et ce notamment au sein de la variété Saint-pierre.

La solution saline naturelle en présence ou en absence de lessivage, semble donner un poids sec nettement plus faible durant les quatre coupes et au niveau des deux variétés, notamment au niveau du traitement T<sub>1</sub>L<sub>2</sub>.

### 6.1.11. Taux d'eau total dans les plantes

Le taux d'eau total dans les plantes est présenté dans le tableau 6.10.

Tableau 6.10 : Taux d'eau total dans les plantes (%).

Variétés Traitements	Coupe 01		Coupe 02		Coupe 03		Coupe finale	
	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>
T <sub>1</sub>	87.68 ± 0.46 l	90.05 ± 0.49 h	86.10 ± 0.64 fgh	85.76 ± 0.26 hi	87.73 ± 0.07 h	89.49 ± 0.14 b	87.48 ± 0.04 ab	85.81 ± 0.10 cde
T <sub>1</sub> L <sub>1</sub>	87.38 ± 0.28 m	91.05 ± 0.35 f	83.60 ± 0.22 m	84.90 ± 0.16 l	88.35 ± 0.23 f	88.44 ± 0.18 ef	85.30 ± 0.06 cdefg	88.28 ± 0.17 a
T <sub>1</sub> L <sub>2</sub>	86.32 ± 0.24 n	89.36 ± 0.29 j	87.92 ± 0.29 b	86.89 ± 0.15 d	85.96 ± 0.25 j	88.57 ± 0.16 e	85.78 ± 0.05 cde	86.35 ± 0.45 cd
T <sub>1</sub> F	89.65 ± 0.05 i	91.93 ± 0.02 d	85.53 ± 0.06 ij	87.15 ± 0.12 c	87.15 ± 0.05 i	88.19 ± 0.05 g	85.37 ± 0.00 cdefg	84.95 ± 0.30 efg
T <sub>1</sub> FL <sub>1</sub>	88.58 ± 0.05 k	91.53 ± 0.03 e	85.35 ± 0.02 jk	88.24 ± 0.02 a	88.05 ± 0.04 g	88.92 ± 0.01 d	81.11 ± 0.05 j	84.46 ± 0.02 fg
T <sub>1</sub> FL <sub>2</sub>	88.72 ± 0.15 k	91.89 ± 0.03 d	85.86 ± 0.08 gh	84.78 ± 0.05 l	87.97 ± 0.04 g	88.47 ± 0.04 ef	78.15 ± 0.00 k	85.00 ± 0.13 efg
T <sub>1</sub> C	91.18 ± 0.07 f	92.74 ± 0.10 b	84.92 ± 0.02 l	86.26 ± 0.01 f	88.04 ± 0.11 g	87.98 ± 0.04 g	87.43 ± 0.12 ab	87.42 ± 0.24 ab
T <sub>1</sub> C L <sub>1</sub>	90.43 ± 0.12 g	92.60 ± 0.02 b	85.78 ± 0.03 hi	85.12 ± 0.01 kl	89.61 ± 0.10 b	88.84 ± 0.10 d	85.92 ± 0.08 cde	87.53 ± 0.06 ab
T <sub>1</sub> C L <sub>2</sub>	90.63 ± 0.04 g	93.09 ± 0.07 a	86.54 ± 0.07 e	84.85 ± 0.06 l	88.86 ± 0.11 d	88.88 ± 0.12 d	86.05 ± 0.16 cde	85.56 ± 1.54 cdef
T <sub>1</sub> C F	88.91 ± 0.06 k	91.75 ± 0.09 de	85.47 ± 0.02 ij	86.57 ± 0.04 e	87.72 ± 0.04 h	88.42 ± 0.05 ef	86.56 ± 0.10 bc	85.04 ± 0.20 defg
T <sub>1</sub> C FL <sub>1</sub>	89.96 ± 0.04 hi	92.22 ± 0.08 c	85.99 ± 0.01 fgh	87.37 ± 0.01 c	84.99 ± 0.09 k	89.77 ± 0.05 a	82.83 ± 1.35 i	83.48 ± 1.32 hi
T <sub>1</sub> C FL <sub>2</sub>	89.87 ± 0.05 hi	92.86 ± 0.07 ab	85.31 ± 0.01 jk	86.17 ± 0.02 fg	88.08 ± 0.04 g	89.07 ± 0.06 c	84.15 ± 0.88 gh	85.46 ± 0.76 cdef

Selon l'analyse de la variance, il y a une différence très hautement significative au niveau de l'interaction entre les traitements et les variétés quelque soit le stade de coupe (Tableau 10 en appendice B).

D'après le tableau 6.10, on constate que le taux d'eau total dans les plantes varie d'un traitement à l'autre et d'une coupe à l'autre au niveau des deux variétés, mais d'une manière générale, c'est les traitements salins naturels qui enregistrent le taux le plus élevé. Cela s'explique par le rapport : Taux matière sèche / Taux H<sub>2</sub>O dans la plante.

Lorsque la plante est bien alimentée, ce rapport est équilibré et on constate cet effet au niveau des traitements salins corrigés durant les quatre coupes. A l'inverse, les plantes alimentées par la solution saline naturelle présentant un déséquilibre ionique et des carences en éléments indispensables, produisent une faible quantité de matière sèche, d'où un taux élevé d'eau dans ces plantes.

### 6.1.12. Taux d'eau dans les feuilles

Les valeurs moyennes du taux d'eau dans les feuilles sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 6.11 : Taux d'eau dans les feuilles (%).

Variétés Traitements	Coupe 01		Coupe 02		Coupe 03		Coupe finale	
	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>
T <sub>1</sub>	86.68 ± 0.53 k	88.50 ± 0.50 h	83.42 ± 0.26 n	82.81 ± 0.17 p	86.05 ± 0.08 p	87.91 ± 0.08 l	86.54 ± 0.04 bcd	84.60 ± 0.03 fghi
T <sub>1</sub> L <sub>1</sub>	85.18 ± 0.20 l	89.56 ± 0.24 fg	80.48 ± 0.17 r	80.99 ± 0.06 q	86.37 ± 0.10 o	86.86 ± 0.08 m	84.90 ± 0.08 fgh	86.86 ± 0.06 abcd
T <sub>1</sub> L <sub>2</sub>	84.13 ± 0.17 m	87.54 ± 0.17 ij	86.56 ± 0.25 c	84.41 ± 0.15 l	83.79 ± 0.18 r	86.51 ± 0.06 n	83.78 ± 0.08 hi	84.26 ± 0.09 ghi
T <sub>1</sub> F	88.44 ± 0.08 h	90.60 ± 0.04 d	85.00 ± 0.01 i	86.06 ± 0.02 d	88.06 ± 0.01 k	88.99 ± 0.01 h	86.03 ± 0.00 cdef	86.00 ± 0.33 cdef
T <sub>1</sub> FL <sub>1</sub>	87.28 ± 0.05 j	90.18 ± 0.05 e	85.09 ± 0.01 hi	87.43 ± 0.01 a	88.77 ± 0.01 i	89.10 ± 0.01 g	81.11 ± 0.00 j	84.35 ± 0.01 ghi
T <sub>1</sub> FL <sub>2</sub>	87.34 ± 0.18 ij	90.49 ± 0.05 d	84.75 ± 0.02 j	83.29 ± 0.01 o	88.40 ± 0.01 j	89.22 ± 0.01 f	76.80 ± 0.00 k	85.53 ± 0.01 defg
T <sub>1</sub> C	89.73 ± 0.04 f	91.66 ± 0.07 ab	85.22 ± 0.01 gh	86.15 ± 0.01 d	89.59 ± 0.01 e	89.27 ± 0.00 f	88.01 ± 0.08 ab	88.23 ± 0.28 a
T <sub>1</sub> C L <sub>1</sub>	89.37 ± 0.01 g	91.53 ± 0.04 b	85.46 ± 0.01 f	84.58 ± 0.01 k	90.92 ± 0.01 a	89.87 ± 0.00 c	86.69 ± 0.20 bcd	88.00 ± 0.08 ab
T <sub>1</sub> C L <sub>2</sub>	89.29 ± 0.06 g	91.93 ± 0.05 a	85.82 ± 0.00 e	83.74 ± 0.01 m	89.79 ± 0.01 d	89.92 ± 0.00 c	86.90 ± 0.01 abcd	86.81 ± 1.29 abcd
T <sub>1</sub> C F	87.63 ± 0.05 i	90.46 ± 0.05 d	85.25 ± 0.01 g	85.82 ± 0.01 e	88.84 ± 0.01 i	88.94 ± 0.01 h	87.22 ± 0.09 abc	85.87 ± 0.01 cdef
T <sub>1</sub> C FL <sub>1</sub>	88.57 ± 0.01 h	91.11 ± 0.03 c	85.77 ± 0.01 e	86.79 ± 0.01 b	85.68 ± 0.00 q	90.50 ± 0.00 b	83.24 ± 1.79 i	83.71 ± 1.90 hi
T <sub>1</sub> C FL <sub>2</sub>	88.52 ± 0.07 h	91.81 ± 0.02 ab	85.41 ± 0.01 f	85.84 ± 0.01 e	89.13 ± 0.01 g	89.76 ± 0.01 d	85.03 ± 1.14 efgh	86.37 ± 0.96 cde

Selon l'analyse de la variance, il y a une différence très hautement significative au niveau de l'interaction entre les traitements et les variétés quelque soit le stade de coupe (Tableau 11 en appendice B).

Le taux d'eau le plus élevé dans les feuilles est enregistré chez les plantes de la variété Saint-pierre alimentées par le traitement  $T_{1cL_2}$  durant la 1<sup>ère</sup> coupe. Cependant, c'est le traitement  $T_{1c}$  en présence d'un lessivage par semaine qui donne le taux d'eau le plus élevé durant la 3<sup>ème</sup> coupe au niveau de la variété Marmande. En absence de lessivage il enregistre le taux le plus élevé durant la coupe finale, et ce au niveau de la variété Saint-pierre. A l'inverse, c'est le traitement salin naturel  $T_{1FL_1}$  avec la variété Saint-pierre qui enregistre le taux le plus élevé au niveau de la 2<sup>ème</sup> coupe.

### 6.1.13. Taux d'eau dans les tiges

Les valeurs moyennes du taux d'eau dans les tiges sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 6.12 : Taux d'eau dans les tiges (%).

Variétés Traitements	Coupe 01		Coupe 02		Coupe 03		Coupe finale	
	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>
T <sub>1</sub>	90.00 ± 0.00 n	92.47 ± 0.13 j	90.32 ± 0.10 b	90.32 ± 0.11 b	90.26 ± 0.10 c	91.51 ± 0.10 a	88.42 ± 0.02 b	86.56 ± 0.01 d
T <sub>1</sub> L <sub>1</sub>	91.45 ± 0.07 l	92.57 ± 0.12 j	89.52 ± 0.30 d	89.87 ± 0.09 c	91.50 ± 0.09 a	90.28 ± 0.05 c	85.64 ± 0.11 e	89.30 ± 0.07 a
T <sub>1</sub> L <sub>2</sub>	90.24 ± 0.02 m	92.20 ± 0.07 k	90.71 ± 0.02 a	90.61 ± 0.12 a	89.93 ± 0.05 d	90.82 ± 0.06 b	87.62 ± 0.07 c	87.52 ± 0.02 c
T <sub>1</sub> F	92.89 ± 0.09 i	94.64 ± 0.12 cd	87.03 ± 0.03 j	89.11 ± 0.04 e	84.81 ± 0.02 q	86.66 ± 0.01 k	82.62 ± 0.01 i	81.49 ± 0.00 kl
T <sub>1</sub> FL <sub>1</sub>	92.12 ± 0.11 k	94.20 ± 0.14 e	85.95 ± 0.04 o	89.81 ± 0.02 c	86.40 ± 0.03 m	88.64 ± 0.01 e	80.96 ± 0.00 l	84.67 ± 0.00 f
T <sub>1</sub> FL <sub>2</sub>	92.20 ± 0.04 k	94.28 ± 0.02 e	88.29 ± 0.04 f	87.25 ± 0.03 i	86.98 ± 0.03 j	87.50 ± 0.01 g	81.17 ± 0.01 kl	84.18 ± 0.02 fg
T <sub>1</sub> C	94.27 ± 0.09 e	95.01 ± 0.04 b	84.19 ± 0.02 q	86.44 ± 0.01 m	83.65 ± 0.02 s	84.95 ± 0.01 p	83.81 ± 0.01 gh	83.48 ± 0.01 h
T <sub>1</sub> C L <sub>1</sub>	93.21 ± 0.10 h	94.54 ± 0.05 d	86.57 ± 0.01 l	86.20 ± 0.01 n	85.29 ± 0.01 n	86.60 ± 0.01 l	82.79 ± 0.01 i	85.63 ± 0.01 e
T <sub>1</sub> C L <sub>2</sub>	93.45 ± 0.07 g	95.24 ± 0.08 a	88.08 ± 0.03 g	86.84 ± 0.00 k	85.11 ± 0.02 o	86.41 ± 0.01 m	82.52 ± 0.01 i	81.45 ± 1.70 kl
T <sub>1</sub> C F	92.24 ± 0.19 k	94.02 ± 0.06 f	85.99 ± 0.02 o	87.86 ± 0.01 h	84.19 ± 0.02 r	87.22 ± 0.01 i	82.50 ± 0.01 i	82.21 ± 0.00 ij
T <sub>1</sub> C FL <sub>1</sub>	93.39 ± 0.14 g	94.73 ± 0.07 c	86.64 ± 0.03 l	88.39 ± 0.01 f	82.80 ± 0.01 t	87.89 ± 0.01 f	81.79 ± 0.17 jk	82.87 ± 0.01 i
T <sub>1</sub> C FL <sub>2</sub>	93.55 ± 0.21 g	94.96 ± 0.06 b	85.06 ± 0.02 p	86.83 ± 0.01 k	84.94 ± 0.01 p	87.35 ± 0.01 h	80.43 ± 0.01 m	82.47 ± 0.01 i

Selon l'analyse de la variance, il y a une différence très hautement significative au niveau de l'interaction entre les traitements et les variétés à travers les quatre coupes (Tableau 12 en appendice B).

Pendant les trois dernières coupes, on remarque que les plantes des deux variétés alimentées par les traitements salins naturels présentent un taux d'eau supérieur à celui des plantes alimentées par les traitements salins corrigés qui enregistrent le taux le plus faible. Cela peut s'expliquer par un phénomène naturel qui est la semi lignification des tiges des plantes des deux variétés de tomate au cours de la culture observé au niveau des traitements salins corrigés, qui signifie plus de matière sèche.

Par contre, au niveau des traitements salins naturels, ce phénomène n'est pas observé à cause de milieu qui présente un déséquilibre ionique et des carences en éléments minéraux utiles, se traduit par une très faible production de matière sèche, due le taux d'eau élevé (les tiges restent minces et végétatives malgré le stade avancé de la culture).

### **6.1.14. Distance entre les bouquets**

Les valeurs moyennes de la distance entre les bouquets sont présentées dans le tableau 6.13.

Tableau 6.13 : Distance entre les bouquets (cm).

Variétés Traitements	Distance entre collet et 1 <sup>er</sup> bouquet		Distance entre 1 <sup>er</sup> et 2 <sup>ème</sup> bouquet	
	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>
T <sub>1</sub>	0.00 ± 0.00 f	0.00 ± 0.00 f	0.00 ± 0.00 g	0.00 ± 0.00 g
T <sub>1</sub> L <sub>1</sub>	0.00 ± 0.00 f	0.00 ± 0.00 f	0.00 ± 0.00 g	0.00 ± 0.00 g
T <sub>1</sub> L <sub>2</sub>	0.00 ± 0.00 f	0.00 ± 0.00 f	0.00 ± 0.00 g	0.00 ± 0.00 g
T <sub>1</sub> F	36.07 ± 4.67 cd	44.53 ± 1.74 ab	20.20 ± 0.70 bcd	19.50 ± 3.69 cde
T <sub>1</sub> FL <sub>1</sub>	30.75 ± 2.90 de	41.22 ± 5.43 abc	17.45 ± 1.25 cdef	19.42 ± 4.32 cde
T <sub>1</sub> FL <sub>2</sub>	30.43 ± 3.32 de	42.40 ± 3.18 abc	20.50 ± 1.63 bc	20.05 ± 0.74 bcd
T <sub>1</sub> C	32.00 ± 4.01 de	35.83 ± 5.66 cd	15.70 ± 1.22 f	15.95 ± 1.16 f
T <sub>1</sub> C L <sub>1</sub>	30.72 ± 1.42 de	37.10 ± 3.76 bcd	17.00 ± 1.22 def	22.65 ± 0.78 b
T <sub>1</sub> C L <sub>2</sub>	30.95 ± 6.37 de	36.30 ± 6.11 cd	16.80 ± 1.87 def	24.85 ± 0.78 a
T <sub>1</sub> C F	27.05 ± 5.67 e	42.90 ± 4.14 abc	16.50 ± 0.57 ef	18.20 ± 1.27 cdef
T <sub>1</sub> C FL <sub>1</sub>	29.58 ± 3.25 de	46.22 ± 1.44 a	16.00 ± 0.75 f	15.90 ± 1.36 f
T <sub>1</sub> C FL <sub>2</sub>	29.47 ± 6.22 de	38.13 ± 1.87 bcd	16.90 ± 0.93 def	19.35 ± 0.94 cde

L'analyse de la variance révèle une différence très hautement significative au niveau de l'interaction entre les traitements et les variétés concernant les deux paramètres mesurés (Tableau 13 en appendice B).

Les plantes des deux variétés alimentées par les traitements T<sub>1</sub>, T<sub>1</sub>L<sub>1</sub> et T<sub>1</sub>L<sub>2</sub> sont dépourvues de bouquets floraux, par conséquent les valeurs sont nulles, et ce en raison des milieux nutritifs défavorables à la croissance et au développement des plantes.

La distance collet - 1<sup>er</sup> bouquet est plus importante chez la variété Saint-pierre au sein des différents traitements appliqués. La distance la plus élevée est observée chez les

plantes irriguées par la solution saline corrigée additionnée au Fertiactyl et en présence de lessivage à raison d'une application par semaine ( $T_{1cFL_1}$ ). Par contre, la distance la plus faible est observée chez les plantes de la variété Marmande alimentées par le traitement  $T_{1cF}$ .

L'addition du Fertiactyl à la solution saline naturelle a considérablement augmenté la distance mesurée, notamment au niveau de la variété Saint-pierre où on constate que certains traitements salés naturels ont des valeurs supérieures à celles des traitements salés corrigés.

Concernant la distance entre 1<sup>er</sup> bouquet et 2<sup>ème</sup> bouquet, c'est le traitement  $T_{1cL_2}$  qui enregistre la distance la plus élevée, et ce au niveau de la variété Saint-pierre, contrairement au traitement  $T_{1c}$  qui enregistre la plus faible distance au sein des deux variétés.

## **6.2. Rendement et facteurs du rendement**

### **6.2.1. Précocité à la floraison et à la nouaison**

Le nombre de jours nécessaire à la floraison et à la nouaison du premier bouquet floral des plantes de tomate au sein des deux variétés est présenté dans le tableau 6.14.

Tableau 6.14 : Précocité (jours après repiquage).

Variétés Traitements	Début floraison		Pleine floraison		Début nouaison		Pleine nouaison	
	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>
T <sub>1</sub>	0.00 ± 0.00 f	0.00 ± 0.00 f	0.00 ± 0.00 i	0.00 ± 0.00 i	0.00 ± 0.00 f	0.00 ± 0.00 f	0.00 ± 0.00 e	0.00 ± 0.00 e
T <sub>1</sub> L <sub>1</sub>	0.00 ± 0.00 f	0.00 ± 0.00 f	0.00 ± 0.00 i	0.00 ± 0.00 i	0.00 ± 0.00 f	0.00 ± 0.00 f	0.00 ± 0.00 e	0.00 ± 0.00 e
T <sub>1</sub> L <sub>2</sub>	0.00 ± 0.00 f	0.00 ± 0.00 f	0.00 ± 0.00 i	0.00 ± 0.00 i	0.00 ± 0.00 f	0.00 ± 0.00 f	0.00 ± 0.00 e	0.00 ± 0.00 e
T <sub>1</sub> F	89.33 ± 0.58 ab	91.67 ± 2.08 ab	92.00 ± 1.00 cde	94.67 ± 2.31 bc	99.00 ± 1.41 abc	100.00 ± 1.41 ab	102.00 ± 1.41 bc	105.00 ± 2.83 ab
T <sub>1</sub> FL <sub>1</sub>	84.00 ± 2.65 cde	92.67 ± 3.51 a	85.67 ± 3.21 fgh	99.00 ± 2.00 a	95.00 ± 4.24 cd	102.50 ± 2.12 a	98.00 ± 0.00 cd	107.50 ± 2.12 a
T <sub>1</sub> FL <sub>2</sub>	88.00 ± 2.65 abc	91.67 ± 2.08 ab	93.00 ± 1.73 cd	97.67 ± 4.51 ab	97.50 ± 0.71 bc	100.50 ± 2.12 ab	102.00 ± 1.41 bc	108.50 ± 3.54 a
T <sub>1</sub> C	79.33 ± 0.58 e	87.67 ± 1.15 abc	82.33 ± 1.53 h	89.67 ± 1.53 cdefg	91.00 ± 0.00 de	99.00 ± 1.41 abc	94.50 ± 0.71 d	100.50 ± 0.71 bcd
T <sub>1</sub> C L <sub>1</sub>	83.67 ± 3.06 cde	86.67 ± 1.15 bcd	87.67 ± 2.08 defgh	89.67 ± 1.53 cdefg	92.00 ± 1.41 de	99.00 ± 1.41 abc	106.00 ± 2.83 ab	100.00 ± 0.00 bcd
T <sub>1</sub> C L <sub>2</sub>	80.67 ± 1.53 e	88.67 ± 1.15 ab	85.33 ± 3.21 gh	90.00 ± 1.73 cdefg	91.00 ± 0.00 de	98.50 ± 2.12 abc	95.00 ± 0.00 d	100.00 ± 0.00 bcd
T <sub>1</sub> C F	82.33 ± 3.21 de	88.00 ± 2.00 abc	85.00 ± 5.20 gh	91.00 ± 0.00 cdef	93.00 ± 1.41 de	100.00 ± 0.00 ab	96.50 ± 2.12 cd	100.50 ± 0.71 bcd
T <sub>1</sub> C FL <sub>1</sub>	82.33 ± 3.21 de	89.67 ± 1.15 ab	86.33 ± 2.52 efgh	91.67 ± 0.58 cde	91.00 ± 0.00 de	99.00 ± 1.41 abc	95.50 ± 4.95 d	100.50 ± 0.71 bcd
T <sub>1</sub> C FL <sub>2</sub>	80.00 ± 1.00 e	89.00 ± 2.65 ab	83.67 ± 3.06 h	91.67 ± 1.15 cde	90.00 ± 0.00 e	99.50 ± 0.71 abc	98.00 ± 2.83 cd	100.50 ± 0.71 bcd

L'analyse de la variance révèle une différence très hautement significative au niveau de l'interaction entre les traitements et les variétés pour les quatre paramètres étudiés (Tableau 14 en appendice B).

Selon les résultats obtenus, nous remarquons que les traitements  $T_{1c}$  et  $T_{1cFL_2}$  présentent les niveaux de précocité les plus élevés, notamment chez la variété Marmande.

Les traitements  $T_{1FL_1}$  et  $T_{1FL_2}$  donnent des plantes dont la floraison et la nouaison sont les plus tardives pour les deux variétés. Le retard de précocité enregistré par ces traitements est plus marqué chez la variété Saint-pierre que chez la variété Marmande. Autrement dit, la variété Marmande est plus précoce que la variété Saint-pierre.

L'addition du Fertiactyl et l'application de lessivage semblent ne pas affecter la précocité des fruits, ceci reste une qualité recherchée pour les cultures de primeurs. La variété Marmande semble être plus précoce à la floraison et à la nouaison que la variété Saint-pierre, ce qui lui confère un avantage pour échapper à l'effet néfaste de la salinité.

### 6.2.2. Nombre de fleurs

Les valeurs moyennes du nombre de fleurs sont présentées dans le tableau 6.15.

Tableau 6.15 : Nombre de fleurs.

Variétés Traitements	Bouquet 01		Bouquet 02		Total	
	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>
T <sub>1</sub>	0.25 ± 0.50 h	0.75 ± 0.96 h	0.00 ± 0.00 g	0.50 ± 0.58 g	0.25 ± 0.50 i	1.25 ± 1.26 i
T <sub>1</sub> L <sub>1</sub>	0.50 ± 1.00 h	0.00 ± 0.00 h	0.50 ± 1.00 g	0.00 ± 0.00 g	1.00 ± 1.41 i	0.00 ± 0.00 i
T <sub>1</sub> L <sub>2</sub>	0.00 ± 0.00 h	0.25 ± 0.50 h	0.00 ± 0.00 g	0.00 ± 0.00 g	0.00 ± 0.00 i	0.25 ± 0.50 i
T <sub>1</sub> F	9.25 ± 2.22 bcde	6.50 ± 1.73 efg	4.00 ± 0.82 cdef	5.00 ± 0.00 abcd	13.25 ± 2.87 cdefgh	11.50 ± 1.73 gh
T <sub>1</sub> FL <sub>1</sub>	10.75 ± 1.71 abc	5.75 ± 1.71 g	5.00 ± 1.41 abcd	4.25 ± 0.96 cdef	15.75 ± 0.50 abcde	10.00 ± 1.41 h
T <sub>1</sub> FL <sub>2</sub>	9.00 ± 2.16 bcdef	6.25 ± 1.50 efg	2.50 ± 1.29 f	5.00 ± 1.15 abcd	11.50 ± 1.00 gh	11.25 ± 2.63 gh
T <sub>1</sub> C	12.00 ± 1.41 a	8.25 ± 0.96 cdefg	3.75 ± 1.26 def	5.50 ± 0.58 abcd	15.75 ± 1.26 abcde	13.75 ± 0.50 cdefg
T <sub>1</sub> C L <sub>1</sub>	10.25 ± 1.26 abcd	6.75 ± 0.96 efg	7.00 ± 1.41 a	5.50 ± 0.58 abcd	17.25 ± 0.50 ab	12.25 ± 1.26 fgh
T <sub>1</sub> C L <sub>2</sub>	12.25 ± 1.50 a	7.75 ± 1.50 defg	4.00 ± 1.41 cdef	6.00 ± 0.00 abc	16.25 ± 1.89 abc	13.75 ± 2.63 cdefg
T <sub>1</sub> C F	11.50 ± 1.29 ab	6.50 ± 1.00 efg	4.50 ± 1.00 bcde	5.50 ± 0.58 abcd	16.00 ± 1.41 abcd	12.00 ± 1.41 fgh
T <sub>1</sub> C FL <sub>1</sub>	12.75 ± 2.22 a	7.25 ± 0.96 efg	5.75 ± 0.96 abcd	5.50 ± 0.58 abcd	18.50 ± 1.73 a	12.75 ± 0.96 defgh
T <sub>1</sub> C FL <sub>2</sub>	12.25 ± 0.96 a	6.00 ± 0.00 fg	3.00 ± 0.82 ef	6.50 ± 0.58 ab	15.25 ± 0.50 bcdef	12.50 ± 2.08 efgh

L'analyse de la variance révèle une différence très hautement significative au niveau de l'interaction entre les traitements et les variétés pour les trois paramètres mesurés (Tableau 15 en appendice B).

Selon les résultats obtenus, le nombre de fleurs par plante est plus élevé chez la variété Marmande par rapport à celui de la variété Saint-pierre, notamment au niveau du 1<sup>er</sup> bouquet floral. Le paramètre mesuré est plus important au niveau des plantes alimentées par le traitement T<sub>1</sub>cFL<sub>1</sub>.

A l'inverse, les traitements T<sub>1</sub>, T<sub>1</sub>L<sub>1</sub> et T<sub>1</sub>L<sub>2</sub> manifestent le nombre de fleurs par bouquet le plus faible, où il a été observé seulement l'apparition de trois fleurs au

maximum par traitement. Ceci est sans doute du au retard de la croissance causé par le déséquilibre ionique et les carences en éléments minéraux utiles de ces milieux nutritifs.

Il semble que la combinaison Fertiactyl - lessivage (une fois par semaine) améliore considérablement le paramètre mesuré, notamment chez les plantes traitées par la solution saline corrigée ou celles traitées par la solution saline naturelle.

### **6.2.3. Nombre de fruits**

Les valeurs moyennes du nombre de fruits sont présentées dans le tableau 6.16.

Tableau 6.16 : Nombre de fruits.

Variétés Traitements	Bouquet 01		Bouquet 02		Total	
	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>
T <sub>1</sub>	0.00 ± 0.00 i	0.00 ± 0.00 i	0.00 ± 0.00 h	0.00 ± 0.00 h	0.00 ± 0.00 i	0.00 ± 0.00 i
T <sub>1</sub> L <sub>1</sub>	0.00 ± 0.00 i	0.00 ± 0.00 i	0.00 ± 0.00 h	0.00 ± 0.00 h	0.00 ± 0.00 i	0.00 ± 0.00 i
T <sub>1</sub> L <sub>2</sub>	0.00 ± 0.00 i	0.00 ± 0.00 i	0.00 ± 0.00 h	0.00 ± 0.00 h	0.00 ± 0.00 i	0.00 ± 0.00 i
T <sub>1</sub> F	5.25 ± 0.96 cdef	4.50 ± 0.58 fgh	1.25 ± 1.89 gh	4.50 ± 1.00 bcd	6.50 ± 0.58 fg	9.00 ± 1.41 cdef
T <sub>1</sub> FL <sub>1</sub>	5.50 ± 1.73 cdef	2.75 ± 1.26 h	1.50 ± 1.29 fgh	3.00 ± 1.41 cdefg	7.00 ± 2.83 efg	5.75 ± 1.71 g
T <sub>1</sub> FL <sub>2</sub>	3.00 ± 1.15 gh	4.25 ± 0.96 fgh	0.25 ± 0.50 h	4.50 ± 1.00 bcd	3.25 ± 1.50 h	8.75 ± 3.50 def
T <sub>1</sub> C	7.00 ± 0.00 bcde	7.25 ± 1.26 bcd	2.50 ± 1.73 defg	5.00 ± 0.82 abc	9.50 ± 0.58 bcdef	12.25 ± 1.71 abc
T <sub>1</sub> C L <sub>1</sub>	5.00 ± 1.63 defg	5.50 ± 1.00 cdef	4.00 ± 0.82 bcde	4.25 ± 1.50 bcd	9.00 ± 0.82 cdef	9.75 ± 0.50 bcdef
T <sub>1</sub> C L <sub>2</sub>	8.00 ± 1.41 b	7.50 ± 1.73 bc	1.50 ± 0.58 fgh	5.75 ± 0.50 ab	9.50 ± 0.58 bcdef	13.25 ± 1.50 a
T <sub>1</sub> C F	4.75 ± 1.26 efgh	6.50 ± 1.00 bcdef	3.25 ± 0.96 cdefg	5.00 ± 1.41 abc	8.00 ± 1.15 efg	11.50 ± 1.29 abcd
T <sub>1</sub> C FL <sub>1</sub>	8.00 ± 1.41 b	6.25 ± 1.26 bcdef	3.50 ± 0.58 cdef	3.75 ± 0.96 bcde	11.50 ± 2.38 abcd	10.00 ± 0.82 bcde
T <sub>1</sub> C FL <sub>2</sub>	10.00 ± 1.41 a	6.00 ± 0.82 bcdef	2.00 ± 0.82 efgh	6.50 ± 0.58 a	12.00 ± 1.83 abcd	12.50 ± 1.73 ab

L'analyse de la variance révèle une différence très hautement significative au niveau de l'interaction entre les traitements et les variétés concernant les trois paramètres mesurés (Tableau 16 en appendice B).

D'après le tableau 6.16, nous constatons que le nombre de fruits est plus élevé chez les plantes de la variété Marmande alimentées par le traitement  $T_{1cFL_2}$  au niveau du 1<sup>er</sup> bouquet. A l'inverse, c'est les plantes de la variété Saint-pierre alimentées par le même traitement qui enregistrent le nombre de fruits le plus élevé au niveau du deuxième bouquet et l'ensemble de deux bouquets.

Les traitements  $T_1$ ,  $T_{1L_1}$  et  $T_{1L_2}$  n'ont pas donné de fruits au niveau des deux variétés testées. Cependant, l'addition du Fertiactyl à ces traitements a permis d'avoir un nombre assez important de fruits. Un constat similaire est observé chez les traitements corrigés, où le Fertiactyl a amélioré nettement le nombre de fruits par plante.

#### **6.2.4. Taux d'avortement**

Les résultats relatifs aux taux de fleurs avortées par plante sont présentés dans le tableau 6.17.

Tableau 6.17 : Taux d'avortement des fleurs (%).

Variétés Traitements	Bouquet 01		Bouquet 02		Total	
	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>
$T_1$	100.00 ± 0.00 a	100.00 ± 0.00 a	100.00 ± 0.00 a	100.00 ± 0.00 a	100.00 ± 0.00 a	100.00 ± 0.00 a
$T_{1L_1}$	100.00 ± 0.00 a	100.00 ± 0.00 a	100.00 ± 0.00 a	100.00 ± 0.00 a	100.00 ± 0.00 a	100.00 ± 0.00 a
$T_{1L_2}$	100.00 ± 0.00 a	100.00 ± 0.00 a	100.00 ± 0.00 a	100.00 ± 0.00 a	100.00 ± 0.00 a	100.00 ± 0.00 a
$T_{1F}$	45.23 ± 14.32 bcde	20.91 ± 17.84 fgh	68.75 ± 23.94 b	10.00 ± 14.14 def	49.17 ± 11.35 bc	16.56 ± 13.13 efg
$T_{1FL_1}$	50.56 ± 12.93 bcd	42.50 ± 15.00 bcde	72.50 ± 26.30 b	20.83 ± 14.43 cdef	57.60 ± 18.82 b	35.98 ± 9.77 cd
$T_{1FL_2}$	58.56 ± 13.79 b	29.19 ± 14.15 efg	94.44 ± 7.86 a	8.33 ± 8.82 def	60.41 ± 20.47 b	19.72 ± 9.71 defg
$T_{1C}$	38.05 ± 4.67 cdef	11.81 ± 2.37 hi	34.82 ± 10.06 c	10.00 ± 11.55 def	40.74 ± 3.35 c	10.71 ± 7.15 efgh
$T_{1cL_1}$	54.04 ± 11.13 bc	21.73 ± 8.12 fgh	39.08 ± 12.89 c	20.24 ± 16.21 cdef	47.27 ± 6.23 bc	21.21 ± 4.42 def
$T_{1cL_2}$	32.76 ± 4.34 efg	2.50 ± 5.00 i	63.89 ± 10.39 b	4.17 ± 5.00 ef	40.39 ± 9.89 c	3.84 ± 4.58 gh
$T_{1cF}$	52.88 ± 8.94 bcd	0.00 ± 0.00 i	27.78 ± 3.93 cde	10.00 ± 11.55 def	46.37 ± 3.51 bc	4.55 ± 5.30 fgh
$T_{1cFL_1}$	35.58 ± 4.10 defg	12.15 ± 3.60 hi	39.11 ± 3.26 c	30.00 ± 9.81 cd	36.31 ± 1.29 cd	21.97 ± 3.72 de
$T_{1cFL_2}$	19.42 ± 1.15 gh	0.00 ± 0.00 i	34.44 ± 4.16 c	0.00 ± 0.00 f	19.97 ± 1.87 defg	0.00 ± 0.00 h

L'analyse de la variance révèle une différence très hautement significative au niveau de l'interaction entre les traitements et les variétés concernant les trois paramètres mesurés (Tableau 17 en appendice B).

Les plantes de la variété Saint-pierre alimentées par le traitement T<sub>1</sub>cFL<sub>2</sub> montrent un taux d'avortement nul au niveau de chaque bouquet et au niveau de l'ensemble des deux bouquets. A l'inverse, les traitements T<sub>1</sub>, T<sub>1</sub>L<sub>1</sub> et T<sub>1</sub>L<sub>2</sub> enregistrent le taux le plus élevé (100% de fleurs avortées) quelque soit la variété.

D'après ces résultats, il semble que le Fertiactyl et l'application de lessivage ont permis de réduire le taux d'avortement des fleurs d'une manière très significative au niveau des plantes de tomate des deux variétés. Il faut signaler que le taux d'avortement des fleurs est plus important au niveau de la variété Marmande que la variété Saint-pierre.

### 6.2.5. Production par plante

Les valeurs moyennes de la production par plante sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 6.18 : Production par plante (g).

Variétés Traitements	Bouquet 01		Bouquet 02		Total	
	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>
T <sub>1</sub>	0.00 ± 0.00 i	0.00 ± 0.00 i	0.00 ± 0.00 h	0.00 ± 0.00 h	0.00 ± 0.00 f	0.00 ± 0.00 f
T <sub>1</sub> L <sub>1</sub>	0.00 ± 0.00 i	0.00 ± 0.00 i	0.00 ± 0.00 h	0.00 ± 0.00 h	0.00 ± 0.00 f	0.00 ± 0.00 f
T <sub>1</sub> L <sub>2</sub>	0.00 ± 0.00 i	0.00 ± 0.00 i	0.00 ± 0.00 h	0.00 ± 0.00 h	0.00 ± 0.00 f	0.00 ± 0.00 f
T <sub>1</sub> F	130.18 ± 25.43 g	109.85 ± 30.67 gh	97.56 ± 0.00 fg	140.97 ± 19.53 cdef	227.74 ± 39.18 e	250.82 ± 31.27 de
T <sub>1</sub> FL <sub>1</sub>	211.33 ± 85.47 de	104.57 ± 23.72 gh	84.45 ± 0.00 g	245.26 ± 35.71 b	295.78 ± 57.78 de	349.83 ± 66.00 cd
T <sub>1</sub> FL <sub>2</sub>	69.83 ± 25.26 h	149.30 ± 50.59 fg	0.00 ± 0.00 h	161.48 ± 24.07 cd	69.83 ± 39.37 f	310.78 ± 65.28 de
T <sub>1</sub> C	231.37 ± 21.82 de	330.08 ± 14.35 b	116.61 ± 19.40 defg	161.14 ± 27.35 cd	347.98 ± 49.65 cd	491.22 ± 89.77 b
T <sub>1</sub> C L <sub>1</sub>	189.09 ± 7.53 ef	262.13 ± 21.77 cd	112.72 ± 24.24 efg	223.96 ± 45.01 b	301.81 ± 67.73 de	486.09 ± 96.22 b
T <sub>1</sub> C L <sub>2</sub>	310.46 ± 40.32 bc	353.62 ± 42.53 b	128.80 ± 6.68 defg	377.57 ± 36.75 a	439.26 ± 93.04 bc	731.19 ± 68.58 a
T <sub>1</sub> C F	96.60 ± 16.42 gh	263.67 ± 22.10 cd	148.17 ± 28.47 cde	178.14 ± 0.00 c	244.77 ± 45.05 de	441.82 ± 29.31 bc
T <sub>1</sub> C FL <sub>1</sub>	212.20 ± 24.78 de	193.49 ± 20.10 ef	94.18 ± 18.63 g	161.69 ± 30.99 cd	306.38 ± 21.45 de	355.17 ± 4.55 cd
T <sub>1</sub> C FL <sub>2</sub>	435.80 ± 40.22 a	181.15 ± 28.21 ef	88.22 ± 16.35 g	257.39 ± 44.85 b	524.02 ± 66.31 b	438.54 ± 15.59 bc

L'analyse de la variance révèle une différence très hautement significative au niveau de l'interaction entre les traitements et les variétés concernant les trois paramètres mesurés (Tableau 18 en appendice B).

Ces résultats montrent que le rendement est plus important chez la variété Saint-pierre. De plus, l'effet de la salinité varie de façon remarquable entre les différents traitements, où la production des fruits n'est pas très élevée pour l'ensemble des traitements. La concentration élevée en sels des traitements salins corrigés a stimulé une croissance végétative aérienne au détriment de la production de fruits.

Les rendements sont moins affectés au niveau des traitements salins corrigés en présence de deux lessivages par semaine  $T_{1cL_2}$  et  $T_{1cFL_2}$  où on enregistre les rendements les plus élevés ( $T_{1cFL_2}$  pour le 1<sup>er</sup> bouquet et  $T_{1cL_2}$  pour le 2<sup>ème</sup> bouquet et l'ensemble des deux bouquets).

Par contre, le rendement est affecté au niveau des traitements salins naturels  $T_{1F}$ ,  $T_{1FL_1}$  et  $T_{1FL_2}$ . Ceci est lié aux troubles physiologiques causés par le déséquilibre ionique du milieu et les carences en éléments utiles tels que les nitrates, le potassium et le phosphore.

### 6.2.6. Calibre des fruits

La répartition des calibres des fruits en % du nombre total des fruits récoltés est présentée dans le tableau 6.19.

Tableau 6.19 : Calibre des fruits (%).

		T <sub>1</sub> F	T <sub>1</sub> FL <sub>1</sub>	T <sub>1</sub> FL <sub>2</sub>	T <sub>1</sub> C	T <sub>1</sub> CL <sub>1</sub>	T <sub>1</sub> CL <sub>2</sub>	T <sub>1</sub> CF	T <sub>1</sub> CFL <sub>1</sub>	T <sub>1</sub> CFL <sub>2</sub>
Classe D D<47mm	V <sub>1</sub>	85.42 ± 17.18 a	79.17 ± 25.00 abc	66.67 ± 23.57 abc	65.36 ± 21.18 abc	69.24 ± 9.28 abc	55.95 ± 7.89 abcd	74.52 ± 17.62 abc	83.33 ± 19.25 ab	46.31 ± 19.09 bcd
	V <sub>2</sub>	87.50 ± 14.43 a	70.83 ± 23.63 abc	77.50 ± 26.30 abc	50.00 ± 20.41 abcd	42.50 ± 15.00 cd	32.08 ± 13.15 de	54.17 ± 8.33 abcd	87.50 ± 14.43 a	71.25 ± 7.50 abc
Classe C 47<D<57	V <sub>1</sub>	4.17 ± 5.00 ef	12.50 ± 8.77 def	33.33 ± 17.00 abcd	27.50 ± 10.08 bcde	30.75 ± 9.28 abcd	29.13 ± 15.33 bcd	25.48 ± 17.62 cde	12.50 ± 8.35 def	49.52 ± 8.97 ab
	V <sub>2</sub>	12.50 ± 14.43 def	20.83 ± 15.00 def	17.50 ± 12.58 def	50.00 ± 0.00 ab	52.50 ± 5.00 a	49.17 ± 18.73 ab	45.83 ± 8.33 abc	12.50 ± 14.43 def	28.75 ± 7.50 bcd
Classe B 57<D<67	V <sub>1</sub>	10.42 ± 9.46 b	4.17 ± 5.00 bc	0.00 ± 0.00 c	7.14 ± 3.30 bc	0.00 ± 0.00 c	8.57 ± 6.06 bc	0.00 ± 0.00 c	4.17 ± 2.88 bc	4.17 ± 4.20 bc
	V <sub>2</sub>	0.00 ± 0.00 c	8.33 ± 5.77 bc	5.00 ± 5.77 bc	0.00 ± 0.00 c	5.00 ± 4.08 bc	18.75 ± 4.98 a	0.00 ± 0.00 c	0.00 ± 0.00 c	0.00 ± 0.00 c
Classe A D>67mm	V <sub>1</sub>	0.00 ± 0.00 c	4.17 ± 2.64 b	0.00 ± 0.00 c	0.00 ± 0.00 c	0.00 ± 0.00 c	6.35 ± 0.99 a	0.00 ± 0.00 c	0.00 ± 0.00 c	0.00 ± 0.00 c
	V <sub>2</sub>	0.00 ± 0.00 c	0.00 ± 0.00 c	0.00 ± 0.00 c	0.00 ± 0.00 c	0.00 ± 0.00 c	0.00 ± 0.00 c	0.00 ± 0.00 c	0.00 ± 0.00 c	0.00 ± 0.00 c

L'analyse de la variance révèle une différence très hautement significative au niveau de l'interaction entre les traitements et les variétés en ce qui concerne les calasses C, B et A, et une différence significative est observée pour la classe D (Tableau 19 en appendice B).

D'après ce tableau, on peut remarquer que l'ensemble des traitements salins naturels et corrigés ont remarquablement affecté de manière négative le calibre des fruits chez les deux variétés, notamment au niveau de la catégorie des fruits non commercialisables (D<47mm), où l'on observe plus de 50% des fruits dans cette catégorie, et ce au niveau des deux variétés.

Chez la variété Saint-pierre, Les traitements T<sub>1</sub>c, T<sub>1</sub>cL<sub>1</sub> et T<sub>1</sub>cF sont partagés entre les deux classes C et D. Cependant, le traitement T<sub>1</sub>cL<sub>2</sub> semble être partagé dans trois classes B, C et D, et ce pour les deux variétés. On peut aussi remarquer l'absence d'un calibre de fruit de la classe supérieure (classe A) chez l'ensemble des traitements et pour

les deux variétés. Des observations similaires ont été notées par SATTI et *al.* [70] et BALIBREA et *al.* [4] où ils rapportent que la taille des fruits diminue avec la salinité car l'accumulation de matière sèche dans les fruits est réduite.

### **6.3. Paramètres de qualité**

#### **6.3.1. Qualité organoleptique et nutritionnelle**

##### **6.3.1.1. Taux de sucres totaux**

Les valeurs moyennes du taux de sucres totaux sont présentées dans le tableau 6.20.

Tableau 6.20 : Taux de sucres totaux (%).

	T <sub>1</sub> F	T <sub>1</sub> FL <sub>1</sub>	T <sub>1</sub> FL <sub>2</sub>	T <sub>1</sub> C	T <sub>1</sub> CL <sub>1</sub>	T <sub>1</sub> CL <sub>2</sub>	T <sub>1</sub> CF	T <sub>1</sub> CFL <sub>1</sub>	T <sub>1</sub> CFL <sub>2</sub>
V <sub>1</sub>	2.99 ± 0.31 h	2.10 ± 0.31 i	0.15 ± 0.00 j	5.28 ± 0.31 d	4.75 ± 0.31 de	2.28 ± 0.53 i	6.88 ± 0.31 b	6.35 ± 0.31 c	4.22 ± 0.31 ef
V <sub>2</sub>	3.87 ± 0.53 fg	3.52 ± 0.31 gh	2.99 ± 0.31 h	7.24 ± 0.31 b	6.00 ± 0.00 c	4.75 ± 0.31 de	8.12 ± 0.00 a	7.41 ± 0.31 b	5.11 ± 0.31 d

L'analyse de la variance révèle une différence très hautement significative au niveau de l'interaction entre les traitements et les variétés en ce qui concerne le paramètre mesuré (Tableau 20 en appendice B).

La teneur en sucres totaux est plus élevée au niveau de la variété Saint-pierre. Les fruits obtenus au niveau du traitement T<sub>1</sub>CF enregistrent le taux en sucres totaux le plus élevé au niveau des deux variétés. L'adjonction du Fertiactyl à la solution saline corrigée T<sub>1</sub>C a permis d'améliorer de manière significative le taux en sucres au niveau de ce traitement. Cette augmentation de la teneur en sucres totaux des fruits est due selon BALIBREA et *al.* [4] à une baisse de l'utilisation des sucres pour la croissance, et dépend de l'aptitude de la plante à croître en conditions de salinité. Par contre, les traitements salins naturels T<sub>1</sub>F, T<sub>1</sub>FL<sub>1</sub> et T<sub>1</sub>FL<sub>2</sub> réduisent considérablement le paramètre mesuré au niveau des deux variétés.

##### **6.3.1.2. Vitamine C**

Les valeurs moyennes de la teneur en vitamine C des fruits sont présentées dans le tableau 6.21.

Tableau 6.21 : Vitamine C (mg/100g de produit).

	T <sub>1</sub> F	T <sub>1</sub> FL <sub>1</sub>	T <sub>1</sub> FL <sub>2</sub>	T <sub>1</sub> C	T <sub>1</sub> CL <sub>1</sub>	T <sub>1</sub> CL <sub>2</sub>	T <sub>1</sub> CF	T <sub>1</sub> CFL <sub>1</sub>	T <sub>1</sub> CFL <sub>2</sub>
V <sub>1</sub>	13.93 ± 1.27 e	13.20 ± 0.20 ef	8.80 ± 0.20 g	17.60 ± 0.35 d	17.60 ± 0.35 d	11.00 ± 2.20 fg	17.60 ± 0.17 d	17.60 ± 0.20 d	13.20 ± 2.20 ef
V <sub>2</sub>	22.00 ± 2.00 c	19.07 ± 2.54 d	17.60 ± 0.20 d	28.60 ± 0.30 a	24.93 ± 2.54 b	19.07 ± 2.54 d	28.60 ± 2.20 a	27.13 ± 1.27 ab	27.13 ± 1.27 ab

L'analyse de la variance révèle une différence très hautement significative au niveau de l'interaction entre les traitements et les variétés (Tableau 21 en appendice B).

La variété Saint-pierre montre la teneur en vitamine C la plus élevée. Le groupe des traitements T<sub>1</sub>cF, T<sub>1</sub>cFL<sub>1</sub> et T<sub>1</sub>cFL<sub>2</sub> enregistrent les teneurs les plus élevées au niveau de la variété Saint-pierre. De ces résultats, on note que le Fertiactyl améliore la teneur en vitamine C d'une manière très significative. La teneur en vitamine C est nettement réduite au niveau du traitement T<sub>1</sub>FL<sub>2</sub>, et ce au niveau de la variété Marmande.

### **6.3.1.3. Acidité titrable**

Les valeurs moyennes de l'acidité des fruits sont présentées dans le tableau 6.22.

Tableau 6.22 : Acidité titrable (g d'acide citrique/100g du jus).

	T <sub>1</sub> F	T <sub>1</sub> FL <sub>1</sub>	T <sub>1</sub> FL <sub>2</sub>	T <sub>1</sub> C	T <sub>1</sub> CL <sub>1</sub>	T <sub>1</sub> CL <sub>2</sub>	T <sub>1</sub> CF	T <sub>1</sub> CFL <sub>1</sub>	T <sub>1</sub> CFL <sub>2</sub>
V <sub>1</sub>	0.17 ± 0.04 defg	0.12 ± 0.04 efgh	0.14 ± 0.03 defg	0.28 ± 0.04 bc	0.17 ± 0.04 fg	0.11 ± 0.04 fghi	0.43 ± 0.05 a	0.34 ± 0.05 b	0.29 ± 0.07 bc
V <sub>2</sub>	0.09 ± 0.01 ghi	0.04 ± 0.01 ij	0.05 ± 0.01 hij	0.33 ± 0.05 b	0.22 ± 0.03 cd	0.20 ± 0.04 def	0.18 ± 0.03 def	0.18 ± 0.04 def	0.20 ± 0.03 de

L'analyse de la variance révèle une différence très hautement significative au niveau de l'interaction entre les traitements et les variétés en ce qui concerne le paramètre mesuré (Tableau 22 en appendice B).

Les traitements salins corrigés T<sub>1</sub>cF, T<sub>1</sub>cFL<sub>1</sub> et T<sub>1</sub>cFL<sub>2</sub> ont permis d'augmenter la teneur en acidité titrable des fruits et montrent des valeurs supérieures aux autres traitements notamment au niveau de la variété Marmande. En effet, au niveau de ces traitements, une salinité associée à une meilleure alimentation des plantes fournie par le Fertiactyl, et notamment en potassium, améliore l'accumulation des acides organiques tout en diminuant la teneur en eau des cellules. A cet effet, la plante peut maintenir la turgescence des cellules et répondre ainsi au stress salin modéré. Des résultats similaires

ont été observés par BALIBREA et *al.* [4]. Les teneurs en acidité titrable les plus faibles sont enregistrées par les traitements salins naturels  $T_1F$ ,  $T_1FL_1$  et  $T_1FL_2$ .

### **6.3.2. Paramètres morphologiques**

#### **6.3.2.1. Taux de matière sèche des fruits**

Les valeurs moyennes du taux de matière sèche des fruits sont présentées dans le tableau 6.23.

Tableau 6.23 : Taux de matière sèche des fruits (%).

	$T_1F$	$T_1FL_1$	$T_1FL_2$	$T_{1C}$	$T_{1CL_1}$	$T_{1CL_2}$	$T_{1CF}$	$T_{1CFL_1}$	$T_{1CFL_2}$
$V_1$	8.68 ± 1.08 ef	10.93 ± 0.12 bcd	7.85 ± 0.45 fg	11.56 ± 0.18 abc	9.06 ± 0.61 e	7.44 ± 0.84 g	11.71 ± 0.19 abc	12.45 ± 0.14 a	9.25 ± 0.32 e
$V_2$	10.35 ± 0.84 d	9.01 ± 0.35 e	8.24 ± 1.08 efg	10.80 ± 0.54 bcd	9.14 ± 0.58 e	7.38 ± 0.35 g	11.33 ± 0.29 abcd	11.93 ± 0.57 ab	10.61 ± 0.21 cd

L'analyse de la variance révèle une différence très hautement significative au niveau de l'interaction entre les traitements et les variétés (Tableau 23 en appendice B).

Le taux de matière sèche est plus élevé chez les fruits des plantes alimentées par le traitement  $T_{1CFL_1}$  au niveau des deux variétés. A l'inverse, le traitement  $T_1FL_2$  enregistre le taux le plus faible et ce au niveau des deux variétés.

Le taux élevé en matière sèche au niveau du traitement  $T_{1CFL_1}$  s'explique par une accumulation plus élevée des éléments minéraux et de matières solides (sucres principalement), mais sont souvent accompagnées par une réduction de la taille des fruits. Les mêmes constatations sont faites par SATTI et *al.* [70] ; BALIBREA et *al.* [4] et PETERSEN et *al.* [71].

#### **6.3.2.2. Epaisseur du péricarpe**

Les valeurs moyennes de l'épaisseur du péricarpe sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 6.24 : Epaisseur du péricarpe (mm).

	$T_1F$	$T_1FL_1$	$T_1FL_2$	$T_{1C}$	$T_{1CL_1}$	$T_{1CL_2}$	$T_{1CF}$	$T_{1CFL_1}$	$T_{1CFL_2}$
$V_1$	3.25 ± 0.50 f	3.50 ± 0.58 ef	2.50 ± 0.58 g	4.50 ± 0.58 bcd	5.00 ± 0.00 abc	5.00 ± 0.00 abc	4.50 ± 0.58 bcd	5.75 ± 0.50 a	4.25 ± 0.50 cde
$V_2$	3.50 ± 0.58 ef	3.50 ± 0.58 ef	3.50 ± 0.58 ef	4.75 ± 0.50 bcd	4.25 ± 0.50 cde	5.00 ± 0.82 abc	5.00 ± 0.00 abc	5.25 ± 0.50 ab	4.00 ± 0.00 def

L'analyse de la variance révèle une différence significative au niveau de l'interaction entre les traitements et les variétés concernant le paramètre mesuré (Tableau 24 en appendice B).

Le traitement T<sub>1cFL<sub>1</sub></sub> montre l'épaisseur du péricarpe la plus élevée au niveau des deux variétés. Par contre, c'est les traitements salins naturels T<sub>1F</sub>, T<sub>1FL<sub>1</sub></sub> et T<sub>1FL<sub>2</sub></sub> qui enregistrent l'épaisseur du péricarpe des fruits la plus réduite et ce au niveau des deux variétés.

La plupart des éléments solubles et des minéraux accumulés dans les fruits sont concentrés au niveau du péricarpe [4]. En conséquence, l'épaisseur du péricarpe reste un indicateur important de la teneur en matière sèche.

### **6.3.2.3. Nombre de loges**

Les valeurs moyennes du nombre de loges des fruits sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 6.25 : Nombre de loges des fruits.

	T <sub>1F</sub>	T <sub>1FL<sub>1</sub></sub>	T <sub>1FL<sub>2</sub></sub>	T <sub>1C</sub>	T <sub>1cL<sub>1</sub></sub>	T <sub>1cL<sub>2</sub></sub>	T <sub>1cF</sub>	T <sub>1cFL<sub>1</sub></sub>	T <sub>1cFL<sub>2</sub></sub>
V <sub>1</sub>	5.75 ± 0.96 abc	6.50 ± 1.29 ab	5.00 ± 1.15 bc	7.25 ± 0.50 a	7.00 ± 0.82 ab	7.00 ± 0.82 ab	7.00 ± 0.82 ab	7.25 ± 0.96 a	6.25 ± 0.50 abc
V <sub>2</sub>	5.00 ± 1.41 bc	5.50 ± 1.73 abc	3.75 ± 0.96 c	4.00 ± 0.00 c	5.00 ± 1.15 bc	5.25 ± 1.50 abc	5.50 ± 0.58 abc	6.50 ± 0.58 ab	4.00 ± 0.82 c

L'analyse de la variance révèle une différence significative au niveau de l'interaction entre les traitements et les variétés concernant le paramètre mesuré (Tableau 25 en appendice B).

La variété Marmande présente le nombre de loges le plus élevé. Le traitement T<sub>1cFL<sub>1</sub></sub> enregistre le nombre de loges par fruit le plus élevé, tandis que le traitement T<sub>1FL<sub>2</sub></sub> manifeste le nombre le plus faible, notamment au niveau de la variété Saint-pierre. Il semble que la combinaison Fertiactyl – lessivage à raison d'une fois par semaine a permis d'améliorer ce paramètre de manière significative.

### **6.4. Absorption hydrominérale des plantes de tomate**

Les valeurs moyennes du bilan d'absorption hydrominérale sont présentées dans le tableau 6.26.

Tableau 6.26 : Taux d'absorption hydrominérale (%).

Variétés Traitements	Coupe 01		Coupe 02		Coupe 03	
	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>
T <sub>1</sub>	46.39 ± 9.66 a	56.66 ± 3.63 a	67.77 ± 6.46 abcd	69.86 ± 6.70 abcd	66.39 ± 8.09 ab	66.52 ± 12.60 ab
T <sub>1</sub> L <sub>1</sub>	53.33 ± 6.67 a	55.55 ± 4.81 a	73.88 ± 0.87 abcd	35.69 ± 6.46 e	79.78 ± 13.13 ab	80.00 ± 13.87 ab
T <sub>1</sub> L <sub>2</sub>	67.50 ± 19.22 a	71.11 ± 20.59 a	50.00 ± 31.92 cde	82.08 ± 4.51 ab	65.97 ± 7.17 ab	74.58 ± 4.58 ab
T <sub>1</sub> F	52.77 ± 9.29 a	76.11 ± 10.87 a	49.86 ± 14.58 cde	73.74 ± 4.17 abcd	67.08 ± 22.37 ab	77.36 ± 2.77 ab
T <sub>1</sub> FL <sub>1</sub>	80.28 ± 8.91 a	74.17 ± 5.77 a	73.61 ± 2.55 abcd	74.58 ± 2.32 abcd	79.99 ± 3.34 ab	88.19 ± 2.30 ab
T <sub>1</sub> FL <sub>2</sub>	58.61 ± 3.36 a	61.11 ± 14.37 a	47.22 ± 22.75 de	71.11 ± 4.11 abcd	59.44 ± 17.25 b	74.86 ± 4.57 ab
T <sub>1</sub> C	97.22 ± 2.55 a	86.94 ± 4.11 a	69.16 ± 10.22 abcd	67.78 ± 1.69 abcd	68.61 ± 0.48 ab	68.33 ± 16.68 ab
T <sub>1</sub> C <sub>L</sub> <sub>1</sub>	95.55 ± 3.94 a	88.61 ± 7.88 a	94.72 ± 4.74 a	54.72 ± 3.76 bcde	91.39 ± 14.92 ab	71.80 ± 3.24 ab
T <sub>1</sub> C <sub>L</sub> <sub>2</sub>	91.67 ± 7.64 a	92.78 ± 12.51 a	66.80 ± 4.42 abcd	59.72 ± 2.55 bcd	85.83 ± 10.44 ab	74.16 ± 12.38 ab
T <sub>1</sub> C <sub>F</sub>	76.11 ± 5.09 a	76.39 ± 5.36 a	68.61 ± 2.13 abcd	81.94 ± 5.69 ab	91.66 ± 7.71 ab	92.36 ± 3.96 ab
T <sub>1</sub> C <sub>FL</sub> <sub>1</sub>	67.50 ± 5.07 a	78.05 ± 14.10 a	63.61 ± 7.86 bcd	78.75 ± 7.08 abc	81.11 ± 9.51 ab	61.25 ± 5.05 b
T <sub>1</sub> C <sub>FL</sub> <sub>2</sub>	66.39 ± 10.85 a	85.00 ± 5.07 a	68.88 ± 3.18 abcd	82.78 ± 3.78 ab	95.55 ± 1.68 a	75.14 ± 14.69 ab

L'analyse de la variance révèle une différence très hautement significative au niveau de l'interaction entre les traitements et les variétés en ce qui concerne la 2<sup>ème</sup> coupe, et une différence significative pour la 3<sup>ème</sup> coupe (Tableau 26 en appendice B).

Selon les résultats recueillis dans le tableau ci-dessus, on remarque que le taux d'absorption hydrominérale est plus faible au niveau des traitements salins naturels pour les deux variétés étudiées quelque soit la période de coupe. Ceci résulte de la difficulté d'absorption par les racines des plantes des deux variétés alimentées par ces traitements et ce compte tenu le déséquilibre ionique et les carences en éléments minéraux utiles dans les milieux précités.

La correction de ces traitements avec l'adjonction du Fertiactyl et l'application de lessivage ont permis d'améliorer l'absorption racinaire qui s'est traduite par une absorption plus élevée au niveau des plantes. Les traitements T<sub>1</sub>C, T<sub>1</sub>C<sub>L</sub><sub>1</sub> et T<sub>1</sub>C<sub>FL</sub><sub>2</sub> ont enregistré les

taux d'absorption les plus élevés au niveau des trois coupes respectivement, et ce notamment au niveau de la variété Marmande.

### **6.5. Discussion générale**

Le présent travail a été réalisé dans le but d'évaluer l'effet de l'engrais liquide le "Fertiactyl" et l'application du lessivage sur deux variétés de tomate (Marmande et Saint-pierre) en milieu salin. Nous avons ainsi pu enregistrer au moyen de cette expérience les modifications apportées sur la croissance et le développement des plantes ainsi que sur la qualité des fruits récoltés.

L'irrigation avec les eaux salines conduit à l'augmentation de la salinité dans le milieu racinaire. Le déséquilibre ionique accentue l'effet de la salinité au niveau des traitements salins naturels  $T_1$ ,  $T_1L_1$  et  $T_1L_2$  malgré l'application de lessivage, ce qui limite la croissance des plantes de tomate, et réduit en conséquence, les consommations hydriques et minérales qui sont en relation avec l'évapotranspiration. L'application de ces traitements sur les deux variétés ont eut le même effet, à savoir le retard de la croissance des plantes à tous les niveaux, notamment par la chute de la matière sèche qui est due essentiellement à la réduction de l'indice foliaire en raison de la chute des feuilles comme l'a indiqué LEVIGNERON et *al.* [72]. De plus nous avons constaté que ces plantes n'ont pas donné des fleurs ce qui signifie l'absence de production des fruits.

L'adjonction du Fertiactyl à ces traitements a permis en revanche une amélioration nettement significative au niveau de l'ensemble des paramètres étudiés à savoir une meilleure croissance et un gain de productivité. De plus, on a même remarqué que cette amélioration atteigne celle enregistrée par les traitements salins corrigé sans Fertiactyl, à savoir la hauteur finale, le nombre de feuilles, la distance entre les bouquets, le nombre de fleurs et le taux d'avortement des fleurs.

La concentration élevée de sels dans les solutions salines corrigées et équilibrées favorise le développement végétatif des plantes de tomate, notamment avec l'adjonction du Fertiactyl qui a permis de réduire l'effet de salinité sur les plantes et ce par ses composés organiques à propriétés d'anti-stress et avec l'application de lessivage qui dissout les sels accumulés au niveau des racines des plantes.

Les traitements salins corrigés manifestent une augmentation très significative de la croissance par rapport aux traitements salins naturels, suivie par une production de matière sèche plus importante au niveau de la partie aérienne et une productivité assez élevée,

notamment chez les deux variétés, et plus particulièrement au niveau de la variété Saint-pierre pour la majorité des paramètres étudiés.

Le traitement T<sub>1</sub>cL<sub>1</sub> est nettement meilleur pour la plupart des paramètres de croissance durant la 1<sup>ère</sup> et la 2<sup>ème</sup> coupe et ce au niveau des deux variétés. Cela nous mène à dire que le lessivage à raison d'une application par semaine a permis aux plantules de tomate de mieux croître dans ce milieu salin.

Au 108<sup>ème</sup> jour après repiquage (coupe 03), on constate que le traitement T<sub>1</sub>cFL<sub>1</sub> enregistre les meilleurs résultats concernant presque l'ensemble des paramètres de croissance à l'exception de la hauteur finale, le nombre de feuilles et le poids sec des tiges. Ces résultats confirment que l'addition du Fertiactyl et l'application du lessivage ont permis d'améliorer significativement ces paramètres par rapport aux autres traitements. Il est à noter que cette période a coïncidé avec le stade de floraison et de nouaison des plantes. Ce stade est le plus sensible pour la tomate, ce qui nécessite une meilleure alimentation en eau et en éléments minéraux. De ce fait, la propriété anti-stress du Fertiactyl et l'application du lessivage ont joué un rôle important dans la diminution de l'effet de salinité et de l'accumulation des sels au niveau des racines permettant aux plantes une meilleure absorption de l'eau et des éléments minéraux. Il est à signaler que cette période a été marquée par des températures assez élevées au niveau de la serre (de l'ordre de 28 à 30°C).

La fin de la culture correspond à la période du grossissement des fruits où on a remarqué que le traitement T<sub>1</sub>cFL<sub>2</sub> enregistre les valeurs les plus élevées en ce qui concerne la plupart des paramètres de croissances. Ceci peut être impliqué par le rapprochement des périodes de lessivage qui ont permis aux plantes de tomate des deux variétés à mieux résister aux effets de stress hydrique, surtout que cette période a été marquée par des températures atteignant parfois les 40°C.

L'analyse des principales composantes du rendement a montré que les traitements salins corrigés additionnés au Fertiactyl ont enregistré une augmentation assez significative concernant ces paramètres par rapport aux traitements salins corrigés sans Fertiactyl et ce au niveau des deux variétés testées et plus particulièrement au niveau de la variété Saint-pierre. Le traitement T<sub>1</sub>cFL<sub>1</sub> enregistre les meilleurs résultats concernant la précocité et le nombre de fruits, tandis que les traitements T<sub>1</sub>cFL<sub>2</sub> et T<sub>1</sub>cL<sub>2</sub> manifestent les meilleurs résultats en ce qui concerne le taux d'avortement, le nombre de fruits, le rendement par plante avec un calibre des fruits le plus élevé.

L'augmentation du nombre de fruits observé au niveau des traitements  $T_1cL_2$ ,  $T_1cFL_1$  et  $T_1cFL_2$  a affecté leurs calibres. Ainsi, le poids des fruits est resté faible, en raison d'une augmentation élevée en sels qui a stimulé la croissance végétative aérienne au détriment de la production en fruits. Les mêmes constatations sont rapportées par BALIBREA et *al.* [4].

La composition chimique et les caractéristiques morphologiques des fruits sont remarquablement modifiées par les différents traitements chez les deux variétés de tomate. Les teneurs en matière sèche, en vitamine C, en acidité, le nombre de loges et l'épaisseur du péricarpe sont significativement améliorées au niveau du traitement  $T_1cFL_1$  et ce par rapport aux autres traitements testés.

L'apport du Fertiactyl et l'application de lessivage contribuent aussi à une qualité supérieure des fruits en manifestant des fruits plus acides, plus riches en vitamine C et même plus riches en matières sèches.

Une mauvaise alimentation hydrominérale des plantes de tomate au niveau des traitements salés naturels  $T_1F$ ,  $T_1FL_1$  et  $T_1FL_2$  s'est traduite par une qualité médiocre des fruits.

La variété Saint-pierre manifeste des fruits ayant des caractéristiques plus performantes que celles de la variété Marmande dans les conditions expérimentales testées.

## CONCLUSION

Le présent travail avait pour étude, le comportement de deux variétés de tomate (Marmande et Saint-pierre) cultivées en milieu salé. L'évaluation a porté sur l'aspect croissance et développement, production et qualité des fruits et ce face à l'effet du Fertiactyl avec application de lessivage à raison d'une ou de deux applications par semaine.

La croissance au niveau de la solution saline naturelle est resté limitée à cause du déséquilibre ionique du milieu et l'absence des éléments minéraux utiles à la plante (nitrates, potassium et phosphore). L'addition du Fertiactyl à ce dernier a permis une amélioration significative en ce qui concerne les paramètres étudiés grâce à sa propriété d'anti-stress et les éléments minéraux utiles qu'il apporte.

L'adjonction du Fertiactyl à la solution saline corrigée améliore significativement la plupart des paramètres de croissance. Des augmentations sont enregistrées chez les deux variétés concernant la hauteur des plantes, le diamètre de tiges, le nombre de feuilles, ainsi que le poids frais et sec des différents organes de la plante. L'application de lessivage un jour sur sept semble être avantageuse puisqu'elle améliore ces paramètres durant les différents stades de coupe.

La solution saline corrigée est un avantage pour la culture de tomate de primeur, car elle manifeste une production plus précoce que la solution saline naturelle. De plus, la production en fruits est préservée des effets néfastes de la salinité, notamment au niveau de la variété Saint-pierre.

L'équilibre nutritionnel dans la solution saline corrigée combiné au Fertiactyl et avec l'application du lessivage ont permis d'augmenter de manière significative le nombre de fruits par plante et à moindre mesure le poids moyen des fruits. Le rendement ainsi que le calibre des fruits sont restés légèrement faibles. Le Fertiactyl a permis de mieux contrôler la croissance végétative aérienne des plantes de tomate au niveau de la solution saline corrigée, et a donné la meilleure production en fruits. La variété Saint-pierre s'est montrée plus performante en milieu salé vis-à-vis du rendement et de ses composantes notamment en présence du lessivage.

Les teneurs en matière sèche, en sucre totaux, en vitamine C, et en acidité des fruits sont significativement augmentés au niveau du traitement salin corrigé en présence du Fertiactyl et du lessivage à raison d'une application par semaine (T<sub>1</sub>cFL<sub>1</sub>), et ce par rapport aux autres traitements. Cet effet sur la qualité des fruits est plus marqué chez la variété

Saint-pierre. Par contre, la qualité des fruits est très dépréciée au niveau du milieu salin naturel renfermant le Fertiactyl, ceci en raison de déséquilibre ionique qui se traduit par une mauvaise alimentation hydrominérale. L'application de lessivage contribue aussi à une qualité supérieure des fruits chez les deux variétés de tomate en manifestant des fruits plus acides, plus riches en vitamine C, et même plus riches en matière sèche.

Ces deux variétés de tomate arrivent à se développer dans ces conditions de salinité grâce à la présence du Fertiactyl dans le milieu et avec l'application de lessivage en favorisant le mécanisme d'ajustement osmotique.

L'Algérie possède une part importante d'eaux riches en sels qu'il apparaît indispensable de les valoriser en agriculture ou en culture hors-sol. Les résultats obtenus à travers notre travail seront d'un apport important pour participer à une meilleure conduite de la tomate dans les zones arides où la qualité des eaux fournie pour l'irrigation est défavorable.

## REFERENCES

1. Papadopoulos, A.P., "La culture des tomates en serre sur sol et sans sol", Agriculture Canada Publication, Ottawa, (1991), 87p.
2. Moral, R. ; Gomez, I. ; Navarro-Pedreno, J. and Matax, J., "Absorption of Cr and effects on micronutrient content in tomato plant (*Lycopersicum esculentum Mill.*)", *Agrochimica*, V. XL-N, (1996), 2-3.
3. Faustino, C.F. et Agtarap, M.L., "Preliminary results on the amelioration of salt effects by nitrogen management in tomato", *Philippine-journal-of-Crop-Science*, V.21, n° 1, (1996), 20-30.
4. Balibrea, M.E. ; Cayuela, E. ; Artés, F. and Pérez-Alfocea, F., "Salinity effects on some post harvest quality factors in a commercial tomato hybrid", *Journal of Horticultural Science*, V. 72, n° 6, (1997), 885-892.
5. Chaux, C., "Productions légumières", J.B. Baillière, Paris, (1972), 414p.
6. Kolev, N., "Les cultures maraîchères en Algérie", Tome I, "légumes fruits", Polycopie I.T.C.M.I., Staouali, (1976), 6-33.
7. Anonyme, "Larousse agricole", Larousse, Paris, (2002), 622-623.
8. Bollinger, M., "Les cultures maraîchères, solanacées fruits", I.T.C.M.I., Staouali, (1970), 3-22.
9. Winter, P.C. ; Hickey, G.I. et Fletcher, H.L., "L'essentiel en génétique", BERTI, Paris, (2000), 401p.
10. Badoux, S., "A tout prix des hybrides F<sub>1</sub> en culture potagère", *P.H.M.*, n° 251, (1984), 25-28.
11. Anonyme, "La culture de tomate sous serre, guide pratique", I.T.C.M.I., Staouali, (1995), 20p.
12. Anonyme, "Evolution des superficies, de la production et rendement de la tomate", Ministère d'agriculture, (2005), 3-20.
13. Chaux, C. et Foury, C., "Productions légumières", Tome III, "Légumineuses potagères, Légumes fruits", Technique et Documentation – Lavoisier, Paris, (1994), 563p.
14. Zouaoui, A., "Effet du rapport K/N sur deux variétés de tomate (*Lycopersicum esculentum Mill.*) cultivée en hydroponie", Thèse Magister, INA, El-Harrach, (2002), 67p.

15. Mouhouche, B., "Essai de rationnement de l'eau sur tomate : recherche de la production optimale et valorisation de l'eau", Thèse magister, INA, El-Harrach, (1983), 171p.
16. Musard, M., "Qualité de la tomate de serre : conduite de l'alimentation hydrominérale en culture sur substrat", C.T.I.F.L, Paris, (1990), 21-26.
17. Mazliak, R., "Physiologie végétale, nutrition et métabolisme", Hermann, Paris, (1981), 349p.
18. Michaud, N. et Boudreau, M.E., "La culture hydroponique", Agriculture Canada Publication, Ottawa, (2001), 52p.
19. Jeannequin, B., "Les cultures hors-sol", INRA, Paris, (1987), 20p.
20. Morard, P., "Les cultures végétales en hors-sol", Pub Agris, Paris, (1995), 301p.
21. Blanc, D., "Les cultures hors sol", INRA, Paris, (1987), 409p.
22. Urban, L., "Introduction à la production sous serre", Maison Rustique, Paris, (1997), 180p.
23. Vilain, M., "La production végétale", V. 2, "La maîtrise technique de la production", J.B. Baillière, Paris, (1989), 361p.
24. Zuang, H. et Musard, M., "Les cultures sur substrat", C.T.I.F.L, Paris, (1987), 276p.
25. Bunt, A.C., "Modern pots", The Pennsylvania State University Press, (1976), 277p.
26. Coic, Y. et Coppenet, M., "Les oligo-éléments en agriculture et élevage", INRA, Paris, (1989), 289p.
27. Coic, Y., "Les cultures sans sol", Science et vie, hors série n° 146, (1984), 67-75.
28. Letard, M. ; Erard, P. et Jeannequin, B., "Maîtrise de l'irrigation fertilisante : tomate sous serre et abris en sol et hors sol", C.T.I.F.L, Paris, (1995), 220p.
29. Brun, R., "Maîtrise de la nutrition des cultures florales en hors-sol sur substrat inerte", The Pennsylvania State University Press, (1989), 277p.
30. Pivot, D. ; Reist, A. ; Gillioz, J-M. et Ryser, J-P., "Qualité de l'eau d'irrigation, environnement climatique et nutrition de la tomate cultivée sur substrat en solution recyclée", *Suisse Vitic. Arboric. Hortic.*, V. 28, n° 6, (1996), 399-405.
31. Houassine, D., "Effet de toxicité du magnésium lié aux sulfates et aux chlorures chez certaines variétés de tomate conduite sous serre en culture hydroponique", Thèse magister, USD, Blida, (2004), 92p.

32. Han chi, S. ; Shinohara, Y. and Susuki, Y., “Effect of concentration of nutrient solution on vegetative growth and yield of hydroponically grown tomato plants”, *Environ. Control. In Biol.*, V. 29, n° 4, (1991), 185-192.
33. Binet, P. et Brunel, J.P., “Biologie végétale”, Tome I : “physiologie végétale”, Doin, Paris, (1967), 238p.
34. Heller, R., “Biologie végétale”, Tome II : “Nutrition et métabolisme”, Masson et CIE, Paris, (1969), 578p.
35. Labreche, J.C., “Biologie végétale”, Dunod, Paris, (1999), 240p.
36. Rey, Y. et Costes, C., “La physiologie de la tomate, Etude bibliographique”, INRA, Paris, (1965), 111p.
37. Brun, R. et Settembrino, A., “Le pilotage de la fertilisation des cultures hors sol”, P.H.M, (1994), 8-15.
38. Duthil, J., “Eléments d'écologie et d'agronomie”, Tome III, J.B. Baillière, Paris, (1973), 265p.
39. Vilain, M., “La production végétale”, 2<sup>ème</sup> Ed, V. I : “Les composantes de la production”, J.B. Baillière, Paris, (1993), 438p.
40. Heller, R., “Abrégé de physiologie végétale”, Tome I : “Nutrition”, Masson et CIE, Paris, (1977), 244p.
41. Coic, Y. et Lesaint, C., “La nutrition minérale en eau des plantes en horticulture avancée”, Document technique S.C.P.A, n° 23, Versailles, (1975), 21p.
42. Eliard, J.L., “Manuel d'agriculture générale”, J.B. Baillière, Paris, (1987), 310p.
43. Smirnov, P. ; Mouravine, E. ; Storojenko, V. et Rakipov, N., “L'agrochimie”, Mir, Moscou, (1977), 280p.
44. Gervy, R., “Les phosphates et l'agriculture”, Dunod, Paris, (1970), 298p.
45. Diehil, R., “Agriculture générale”, J.B. Baillière, Paris, (1975), 400p.
46. Morel, R., “Les sols cultivés”, Technique et Documentation – Lavoisier, Paris, (1989), 373p.
47. Chouard, P., “Les cultures sans sol”, Maison Rustique, Paris, (1952), 200p.
48. Huguet, C. et Coppenet, M., “Le magnésium en agriculture”, INRA, Paris, (1992), 270p.
49. Soltner, D., “Les bases de la production végétale”, Tome I : “Le sol et son amélioration”, 22<sup>ème</sup> Ed, Collection sciences et techniques agricoles, Maine-et-loire, (2000), 472p.

50. Heller, R., "L'absorption minérale chez les végétaux", Masson et CIE, Paris, (1974), 151p.
51. Heller, R. ; Esnault, R. et Lance, C., "Physiologie végétale : 1-nutrition", 6<sup>ème</sup> Ed, Dunod, Paris, (1998), 323p.
52. Loue, A., "Les oligo-éléments en agriculture", Agro-Nathan International, Paris, (1986), 339p.
53. Hillel, D., "La petite irrigation dans les zones arides : Principe et options", F.A.O, Rome, (1997), 250p.
54. Medane, M., "Fertiactyl", Sofertal, Paris, (2001), 72p.
55. Kotuby-Amacher, J. ; Koenig, R. ; and Kitchen, B., "Salinity and plant tolerance", USDA, (1997), 15p.
56. Ayers, R.S. et Westcot, D.W., "La qualité de l'eau en agriculture", Irrigation and drainage paper, F.A.O, n° 29, Rome, (1984), 120p.
57. Van Hoorn, J.W., "Développement de la salinité du sol dans la zone racinaire", CR. Acad. Agric. Fr., V. 81, n° 2, (1995), 61-72.
58. Rhoades, J.D. ; Kandiah, A. and Mashali, A.M., "The use of saline water for crop production", Irrigation and drainage paper, F.A.O, n° 48, Rome, (1992), 140p.
59. Hudson, N.W., "Soil and water conservation in semi-arid areas", Irrigation and drainage paper, F.A.O, n° 57, Rome, (1987), 135p.
60. Halitim, A., "Sols des régions arides d'Algérie", O.P.U, Alger, (1988), 384p.
61. Drouhin, G., "Expérience algérienne d'utilisation des eaux saumâtres pour l'irrigation avec référence particulière aux sols salins", UNESCO, Paris, (1961), 150p.
62. Daoud, Y. et Halitim, A., "Irrigation et salinisation au Sahara Algérien", *Sécheresse*, V. 3, n° 5, (1994), 51-60.
63. Rochdi, A. ; Lemsellek, J. ; Bousarhal, A. et Rachidai, A., "Evaluation sous serre de la tolérance à la salinité de quelques porte-greffes d'agrumes : *Citrus aurantium* et deux hybrides de *Poncirus trifoliata* (*Poncirus* x *Citrus sinensis* et *Poncirus* x *Mandarinier sunki*)", *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, V. 9, n° 1, (2005), 65-73.
64. Horst, M., "Mineral nutrition of higher plants", *Plant Physical Biochemical*, V. 20, n° 5, (1986), 523-542.
65. Penningsfeld, A. et Kurzmann, T., "Cultures sans sol, hydroponiques et sur tourbe", Maison Rustique, Paris, (1969), 219p.
66. Valles, V. ; Valles, A.M. et Dosso, M., "Irrigation des sols salés et doses de lessivage", *Cah. O.R.S.T.O.M.*, V. XX, n° 2, Strasbourg, (juillet 1983), 119-127.

67. Mermoud, A., “Maîtrise de la salinité des sols”, Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, Lausanne, (janvier 2006), 15p.
68. Snoussi, S-A., “Effet de variation des concentrations d’azote et de potassium d’une solution nutritive de base sur la tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) cultivée en système hydroponique”, Thèse Magister INA, El-Harrach, (1984), 115p.
69. Anonyme, “Les cultures maraîchères en Algérie”, Tome III : “Les solanacées”, I.T.C.M.I., Staouali, (1979), 2-41.
70. Satti, S.M.E. ; Al-Yhyai, R.A. and Al-Said, F., “Fruit quality and partitioning of mineral elements in processing tomato response to saline nutrients”, *Journal of Plant Nutrition*, V. 19, n° 5, (1996), 705-715.
71. Petersen, K.K. ; Willumsen, J. and Kaack, K., “Salinity effects on plants nutrition”, *Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, V. 73, n° 2, (1998), 205-215.
72. Levigneron, E. ; Lopez, F. ; Vansuyt, G. ; Berthomieu, P. ; Fourcroy, P. et Casse-Delbart, F., “Les plantes face au stress salin”, *Cahier Agricultures*, V. 4, n° 2, (1995), 263-273.

**APPENDICE A**  
**SOLUTION NUTRITIVE STANDARD (T<sub>4</sub>)**

Tableau 1 : Solution nutritive standard (T<sub>4</sub>), reconstituée avec l'eau de Blida.

pH = 5.8

Eau de Blida	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> 0.35	PO <sub>4</sub> <sup>---</sup> 0	SO <sub>4</sub> <sup>--</sup> 0.80	Cl <sup>-</sup> 0.60	Total
K <sup>+</sup> 0	3.55		0.70		4.25
Na <sup>+</sup> 1.30					1.30
Ca <sup>++</sup> 2.80	2.30				5.10
Mg <sup>++</sup> 1.80					1.80
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> 0	1.80				1.80
H <sup>+</sup> 0	2.20	1.10			3.30
Total	10.20	3.30	1.50	0.60	

**APPENDICE B**  
**ANALYSE DE LA VARIANCE**

Tableau 1 : Hauteur finale des plantes.

	SOURCE DE VARIATION	S.C.E.	DDL	CARRES MOYENS	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
Coupe 01	Var.Totale	3105.02	95	32.68				
	Var.Facteur 1	2459.28	11	223.57	63.88	0.0000		
	Var.Facteur 2	192.64	1	192.64	55.04	0.0000		
	Var.Inter F1.2	201.13	11	18.28	5.22	0.0000		
	Var.Residuelle	251.98	72	3.50			1.87	12.9%
Coupe 02	Var.Totale	17092.79	95	179.92				
	Var.Facteur 1	14319.50	11	1301.77	181.72	0.0000		
	Var.Facteur 2	1720.00	1	1720.00	240.10	0.0000		
	Var.Inter F1.2	537.51	11	48.86	6.82	0.0000		
	Var.Residuelle	515.78	72	7.16			2.68	8.2%
Coupe 03	Var.Totale	30662.14	95	322.76				
	Var.Facteur 1	22314.79	11	2028.62	81.65	0.0000		
	Var.Facteur 2	4206.88	1	4206.88	169.33	0.0000		
	Var.Inter F1.2	2351.70	11	213.79	8.61	0.0000		
	Var.Residuelle	1788.77	72	24.84			4.98	10.8%
Coupe finale	Var.Totale	22479.28	95	236.62				
	Var.Facteur 1	17628.16	11	1602.56	124.07	0.0000		
	Var.Facteur 2	3208.25	1	3208.25	248.39	0.0000		
	Var.Inter F1.2	712.90	11	64.81	5.02	0.0000		
	Var.Residuelle	929.97	72	12.92			3.59	6.6%

Tableau 2 : Diamètre final des tiges.

	SOURCE DE VARIATION	S.C.E.	DDL	CARRES MOYENS	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
Coupe 01	Var.Totale	0.89	95	0.01				
	Var.Facteur 1	0.69	11	0.06	45.77	0.0000		
	Var.Facteur 2	0.05	1	0.05	36.00	0.0000		
	Var.Inter F1.2	0.05	11	0.00	3.42	0.0008		
	Var.Residuelle	0.10	72	0.00			0.04	9.0%
Coupe 02	Var.Totale	1.68	95	0.02				
	Var.Facteur 1	1.47	11	0.13	165.01	0.0000		
	Var.Facteur 2	0.11	1	0.11	134.58	0.0000		
	Var.Inter F1.2	0.04	11	0.00	4.27	0.0001		
	Var.Residuelle	0.06	72	0.00			0.03	4.8%
Coupe 03	Var.Totale	2.53	95	0.03				
	Var.Facteur 1	2.24	11	0.20	82.24	0.0000		
	Var.Facteur 2	0.03	1	0.03	11.04	0.0015		
	Var.Inter F1.2	0.08	11	0.01	2.93	0.0031		
	Var.Residuelle	0.18	72	0.00			0.05	7.2%
Coupe finale	Var.Totale	4.26	95	0.04				
	Var.Facteur 1	3.83	11	0.35	91.08	0.0000		
	Var.Facteur 2	0.03	1	0.03	8.84	0.0041		
	Var.Inter F1.2	0.12	11	0.01	2.93	0.0030		
	Var.Residuelle	0.27	72	0.00			0.06	7.1%

Tableau 3 : Nombre final des feuilles.

	SOURCE DE VARIATION	S.C.E.	DDL	CARRES MOYENS	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
Coupe 01	Var.Totale	556.84	95	5.86				
	Var.Facteur 1	372.66	11	33.88	44.28	0.0000		
	Var.Facteur 2	99.37	1	99.37	129.89	0.0000		
	Var.Inter F1.2	29.73	11	2.70	3.53	0.0006		
	Var.Residuelle	55.08	72	0.77			0.87	9.2%
Coupe 02	Var.Totale	1192.41	95	12.55				
	Var.Facteur 1	921.99	11	83.82	90.07	0.0000		
	Var.Facteur 2	95.96	1	95.96	103.12	0.0000		
	Var.Inter F1.2	107.46	11	9.77	10.50	0.0000		
	Var.Residuelle	67.00	72	0.93			0.96	7.4%
Coupe 03	Var.Totale	1853.66	95	19.51				
	Var.Facteur 1	1417.96	11	128.91	121.98	0.0000		
	Var.Facteur 2	252.36	1	252.36	238.81	0.0000		
	Var.Inter F1.2	107.25	11	9.75	9.23	0.0000		
	Var.Residuelle	76.09	72	1.06			1.03	6.5%
Coupe finale	Var.Totale	965.72	95	10.17				
	Var.Facteur 1	540.09	11	49.10	16.89	0.0000		
	Var.Facteur 2	96.02	1	96.02	33.03	0.0000		
	Var.Inter F1.2	120.28	11	10.93	3.76	0.0003		
	Var.Residuelle	209.33	72	2.91			1.71	14.8%

Tableau 4 : Poids frais total des plantes.

	SOURCE DE VARIATION	S.C.E.	DDL	CARRES MOYENS	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
Coupe 01	Var.Totale	2054.35	95	21.62				
	Var.Facteur 1	1723.99	11	156.73	73.99	0.0000		
	Var.Facteur 2	40.89	1	40.89	19.30	0.0001		
	Var.Inter F1.2	136.96	11	12.45	5.88	0.0000		
	Var.Residuelle	152.51	72	2.12			1.46	20.1%
Coupe 02	Var.Totale	42793.08	95	450.45				
	Var.Facteur 1	39142.41	11	3558.40	271.29	0.0000		
	Var.Facteur 2	1743.61	1	1743.61	132.93	0.0000		
	Var.Inter F1.2	962.66	11	87.51	6.67	0.0000		
	Var.Residuelle	944.39	72	13.12			3.62	10.4%
Coupe 03	Var.Totale	169928.55	95	1788.72				
	Var.Facteur 1	152817.36	11	13892.49	118.82	0.0000		
	Var.Facteur 2	6164.05	1	6164.05	52.72	0.0000		
	Var.Inter F1.2	2528.61	11	229.87	1.97	0.0445		
	Var.Residuelle	8418.53	72	116.92			10.81	16.1%
Coupe finale	Var.Totale	884834.25	95	9314.04				
	Var.Facteur 1	832042.56	11	75640.23	567.73	0.0000		
	Var.Facteur 2	25618.75	1	25618.75	192.29	0.0000		
	Var.Inter F1.2	17580.19	11	1598.20	12.00	0.0000		
	Var.Residuelle	9592.75	72	133.23			11.54	8.4%

Tableau 5 : Poids frais des feuilles.

	SOURCE DE VARIATION	S.C.E.	DDL	CARRES MOYENS	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
Coupe 01	Var.Totale	919.00	95	9.67				
	Var.Facteur 1	783.06	11	71.19	76.80	0.0000		
	Var.Facteur 2	7.48	1	7.48	8.07	0.0058		
	Var.Inter F1.2	61.71	11	5.61	6.05	0.0000		
	Var.Residuelle	66.74	72	0.93			0.96	19.5%
Coupe 02	Var.Totale	19299.88	95	203.16				
	Var.Facteur 1	18220.30	11	1656.39	215.21	0.0000		
	Var.Facteur 2	298.53	1	298.53	38.79	0.0000		
	Var.Inter F1.2	226.91	11	20.63	2.68	0.0061		
	Var.Residuelle	554.15	72	7.70			2.77	11.8%
Coupe 03	Var.Totale	86792.83	95	913.61				
	Var.Facteur 1	82090.36	11	7462.76	436.37	0.0000		
	Var.Facteur 2	1682.28	1	1682.28	98.37	0.0000		
	Var.Inter F1.2	1788.84	11	162.62	9.51	0.0000		
	Var.Residuelle	1231.34	72	17.10			4.14	8.7%
Coupe finale	Var.Totale	627169.06	95	6601.78				
	Var.Facteur 1	596926.94	11	54266.09	478.59	0.0000		
	Var.Facteur 2	10951.19	1	10951.19	96.58	0.0000		
	Var.Inter F1.2	11127.00	11	1011.55	8.92	0.0000		
	Var.Residuelle	8163.94	72	113.39			10.65	10.0%

Tableau 6 : Poids frais des tiges.

	SOURCE DE VARIATION	S.C.E.	DDL	CARRES MOYENS	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
Coupe 01	Var.Totale	235.64	95	2.48				
	Var.Facteur 1	184.45	11	16.77	60.71	0.0000		
	Var.Facteur 2	13.39	1	13.39	48.47	0.0000		
	Var.Inter F1.2	17.92	11	1.63	5.90	0.0000		
	Var.Residuelle	19.89	72	0.28			0.53	23.0%
Coupe 02	Var.Totale	4957.20	95	52.18				
	Var.Facteur 1	3979.74	11	361.79	276.62	0.0000		
	Var.Facteur 2	599.15	1	599.15	458.10	0.0000		
	Var.Inter F1.2	284.15	11	25.83	19.75	0.0000		
	Var.Residuelle	94.17	72	1.31			1.14	10.1%
Coupe 03	Var.Totale	13546.77	95	142.60				
	Var.Facteur 1	10367.25	11	942.48	146.23	0.0000		
	Var.Facteur 2	2073.53	1	2073.53	321.72	0.0000		
	Var.Inter F1.2	641.93	11	58.36	9.05	0.0000		
	Var.Residuelle	464.05	72	6.45			2.54	13.0%
Coupe finale	Var.Totale	30095.45	95	316.79				
	Var.Facteur 1	21761.63	11	1978.33	62.35	0.0000		
	Var.Facteur 2	4158.57	1	4158.57	131.06	0.0000		
	Var.Inter F1.2	1890.67	11	171.88	5.42	0.0000		
	Var.Residuelle	2284.58	72	31.73			5.63	18.6%

Tableau 7 : Poids sec total des plantes.

	SOURCE DE VARIATION	S.C.E.	DDL	CARRES MOYENS	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
Coupe 01	Var.Totale	14.15	95	0.15				
	Var.Facteur 1	11.81	11	1.07	62.34	0.0000		
	Var.Facteur 2	0.08	1	0.08	4.57	0.0340		
	Var.Inter F1.2	1.02	11	0.09	5.39	0.0000		
	Var.Residuelle	1.24	72	0.02			0.13	20.5%
Coupe 02	Var.Totale	848.32	95	8.93				
	Var.Facteur 1	784.60	11	71.33	280.86	0.0000		
	Var.Facteur 2	23.39	1	23.39	92.12	0.0000		
	Var.Inter F1.2	22.04	11	2.00	7.89	0.0000		
	Var.Residuelle	18.29	72	0.25			0.50	10.3%
Coupe 03	Var.Totale	2072.47	95	21.82				
	Var.Facteur 1	1981.47	11	180.13	519.14	0.0000		
	Var.Facteur 2	44.73	1	44.73	128.91	0.0000		
	Var.Inter F1.2	21.28	11	1.93	5.58	0.0000		
	Var.Residuelle	24.98	72	0.35			0.59	7.6%
Coupe finale	Var.Totale	16498.88	95	173.67				
	Var.Facteur 1	15477.63	11	1407.06	585.51	0.0000		
	Var.Facteur 2	347.40	1	347.40	144.56	0.0000		
	Var.Inter F1.2	500.83	11	45.53	18.95	0.0000		
	Var.Residuelle	173.03	72	2.40			1.55	7.8%

Tableau 8 : Poids sec des feuilles.

	SOURCE DE VARIATION	S.C.E.	DDL	CARRES MOYENS	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
Coupe 01	Var.Totale	8.49	95	0.09				
	Var.Facteur 1	7.00	11	0.64	63.36	0.0000		
	Var.Facteur 2	0.12	1	0.12	11.92	0.0011		
	Var.Inter F1.2	0.65	11	0.06	5.90	0.0000		
	Var.Residuelle	0.72	72	0.01			0.10	19.9%
Coupe 02	Var.Totale	397.97	95	4.19				
	Var.Facteur 1	373.11	11	33.92	212.30	0.0000		
	Var.Facteur 2	5.32	1	5.32	33.27	0.0000		
	Var.Inter F1.2	8.05	11	0.73	4.58	0.0000		
	Var.Residuelle	11.50	72	0.16			0.40	11.7%
Coupe 03	Var.Totale	942.71	95	9.92				
	Var.Facteur 1	913.74	11	83.07	397.96	0.0000		
	Var.Facteur 2	7.39	1	7.39	35.42	0.0000		
	Var.Inter F1.2	6.54	11	0.59	2.85	0.0038		
	Var.Residuelle	15.03	72	0.21			0.46	8.9%
Coupe finale	Var.Totale	10209.39	95	107.47				
	Var.Facteur 1	9629.54	11	875.41	398.98	0.0000		
	Var.Facteur 2	102.59	1	102.59	46.76	0.0000		
	Var.Inter F1.2	319.28	11	29.03	13.23	0.0000		
	Var.Residuelle	157.98	72	2.19			1.48	10.1%

Tableau 9 : Poids sec des tiges.

	SOURCE DE VARIATION	S.C.E.	DDL	CARRES MOYENS	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
Coupe 01	Var.Totale	0.78	95	0.01				
	Var.Facteur 1	0.64	11	0.06	52.40	0.0000		
	Var.Facteur 2	0.00	1	0.00	3.61	0.0583		
	Var.Inter F1.2	0.06	11	0.01	4.52	0.0000		
	Var.Residuelle	0.08	72	0.00			0.03	24.4%
Coupe 02	Var.Totale	88.62	95	0.93				
	Var.Facteur 1	76.48	11	6.95	329.41	0.0000		
	Var.Facteur 2	6.40	1	6.40	303.03	0.0000		
	Var.Inter F1.2	4.22	11	0.38	18.18	0.0000		
	Var.Residuelle	1.52	72	0.02			0.15	9.9%
Coupe 03	Var.Totale	253.09	95	2.66				
	Var.Facteur 1	218.30	11	19.85	156.96	0.0000		
	Var.Facteur 2	17.67	1	17.67	139.78	0.0000		
	Var.Inter F1.2	8.01	11	0.73	5.76	0.0000		
	Var.Residuelle	9.10	72	0.13			0.36	13.3%
Coupe finale	Var.Totale	957.76	95	10.08				
	Var.Facteur 1	739.68	11	67.24	70.03	0.0000		
	Var.Facteur 2	93.54	1	93.54	97.42	0.0000		
	Var.Inter F1.2	55.41	11	5.04	5.25	0.0000		
	Var.Residuelle	69.13	72	0.96			0.98	19.0%

Tableau 10 : Taux d'eau total dans les plantes.

	SOURCE DE VARIATION	S.C.E.	DDL	CARRES MOYENS	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
Coupe 01	Var.Totale	320.55	95	3.37				
	Var.Facteur 1	142.64	11	12.97	348.34	0.0000		
	Var.Facteur 2	168.20	1	168.20	4518.24	0.0000		
	Var.Inter F1.2	7.03	11	0.64	17.17	0.0000		
	Var.Residuelle	2.68	72	0.04			0.19	0.2%
Coupe 02	Var.Totale	108.10	95	1.14				
	Var.Facteur 1	58.19	11	5.29	182.05	0.0000		
	Var.Facteur 2	5.42	1	5.42	186.35	0.0000		
	Var.Inter F1.2	42.40	11	3.85	132.65	0.0000		
	Var.Residuelle	2.09	72	0.03			0.17	0.2%
Coupe 03	Var.Totale	104.97	95	1.10				
	Var.Facteur 1	30.42	11	2.77	232.03	0.0000		
	Var.Facteur 2	26.08	1	26.08	2188.57	0.0000		
	Var.Inter F1.2	47.61	11	4.33	363.18	0.0000		
	Var.Residuelle	0.86	72	0.01			0.11	0.1%
Coupe finale	Var.Totale	471.55	95	4.96				
	Var.Facteur 1	293.19	11	26.65	81.99	0.0000		
	Var.Facteur 2	28.99	1	28.99	89.17	0.0000		
	Var.Inter F1.2	125.97	11	11.45	35.23	0.0000		
	Var.Residuelle	23.40	72	0.33			0.57	0.7%

Tableau 11 : Taux d'eau dans les feuilles.

	SOURCE DE VARIATION	S.C.E.	DDL	CARRES MOYENS	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
Coupe 01	Var.Totale	394.55	95	4.15				
	Var.Facteur 1	196.74	11	17.89	566.12	0.0000		
	Var.Facteur 2	183.87	1	183.87	5819.90	0.0000		
	Var.Inter F1.2	11.66	11	1.06	33.56	0.0000		
	Var.Residuelle	2.27	72	0.03			0.18	0.2%
Coupe 02	Var.Totale	262.22	95	2.76				
	Var.Facteur 1	218.53	11	19.87	2217.34	0.0000		
	Var.Facteur 2	0.02	1	0.02	1.89	0.1698		
	Var.Inter F1.2	43.03	11	3.91	436.60	0.0000		
	Var.Residuelle	0.65	72	0.01			0.09	0.1%
Coupe 03	Var.Totale	274.11	95	2.89				
	Var.Facteur 1	198.69	11	18.06	6541.96	0.0000		
	Var.Facteur 2	21.83	1	21.83	7906.15	0.0000		
	Var.Inter F1.2	53.40	11	4.85	1758.17	0.0000		
	Var.Residuelle	0.20	72	0.00			0.05	0.1%
Coupe finale	Var.Totale	600.03	95	6.32				
	Var.Facteur 1	366.66	11	33.33	73.07	0.0000		
	Var.Facteur 2	34.26	1	34.26	75.10	0.0000		
	Var.Inter F1.2	166.27	11	15.12	33.13	0.0000		
	Var.Residuelle	32.85	72	0.46			0.68	0.8%

Tableau 12 : Taux d'eau dans les tiges.

	SOURCE DE VARIATION	S.C.E.	DDL	CARRES MOYENS	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
Coupe 01	Var.Totale	192.98	95	2.03				
	Var.Facteur 1	121.52	11	11.05	1093.87	0.0000		
	Var.Facteur 2	65.62	1	65.62	6497.35	0.0000		
	Var.Inter F1.2	5.11	11	0.46	45.96	0.0000		
	Var.Residuelle	0.73	72	0.01			0.10	0.1%
Coupe 02	Var.Totale	320.19	95	3.37				
	Var.Facteur 1	246.00	11	22.36	3705.56	0.0000		
	Var.Facteur 2	20.85	1	20.85	3454.96	0.0000		
	Var.Inter F1.2	52.90	11	4.81	796.77	0.0000		
	Var.Residuelle	0.43	72	0.01			0.08	0.1%
Coupe 03	Var.Totale	584.50	95	6.15				
	Var.Facteur 1	467.15	11	42.47	25717.59	0.0000		
	Var.Facteur 2	66.61	1	66.61	40338.26	0.0000		
	Var.Inter F1.2	50.62	11	4.60	2786.70	0.0000		
	Var.Residuelle	0.12	72	0.00			0.04	0.0%
Coupe finale	Var.Totale	598.57	95	6.30				
	Var.Facteur 1	478.27	11	43.48	354.35	0.0000		
	Var.Facteur 2	22.22	1	22.22	181.09	0.0000		
	Var.Inter F1.2	89.25	11	8.11	66.13	0.0000		
	Var.Residuelle	8.83	72	0.12			0.35	0.4%

Tableau 13 : Distance entre les bouquets.

	SOURCE DE VARIATION	S.C.E.	DDL	CARRES MOYENS	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
Distance entre collet et 1 <sup>er</sup> bouquet	Var.Totale	26219.13	95	275.99				
	Var.Facteur 1	23205.03	11	2109.55	153.35	0.0000		
	Var.Facteur 2	1279.18	1	1279.18	92.99	0.0000		
	Var.Inter F1.2	744.46	11	67.68	4.92	0.0000		
	Var.Residuelle	990.46	72	13.76			3.71	13.9%
Distance entre 1 <sup>er</sup> et 2 <sup>ème</sup> bouquet	Var.Totale	6754.36	95	71.10				
	Var.Facteur 1	6375.80	11	579.62	264.14	0.0000		
	Var.Facteur 2	59.06	1	59.06	26.92	0.0000		
	Var.Inter F1.2	161.50	11	14.68	6.69	0.0000		
	Var.Residuelle	157.99	72	2.19			1.48	10.7%

Tableau 14 : Précocité.

	SOURCE DE VARIATION	S.C.E.	DDL	CARRES MOYENS	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
Début floraison	Var.Totale	101873.25	71	1434.83				
	Var.Facteur 1	101097.59	11	9190.69	2584.92	0.0000		
	Var.Facteur 2	391.95	1	391.95	110.24	0.0000		
	Var.Inter F1.2	213.05	11	19.37	5.45	0.0000		
	Var.Residuelle	170.66	48	3.56			1.89	2.9%
Plaine floraison	Var.Totale	110127.98	71	1551.10				
	Var.Facteur 1	109279.98	11	9934.54	2109.99	0.0000		
	Var.Facteur 2	364.47	1	364.47	77.41	0.0000		
	Var.Inter F1.2	257.53	11	23.41	4.97	0.0000		
	Var.Residuelle	226.00	48	4.71			2.17	3.2%
Début nouaison	Var.Totale	84471.48	47	1797.27				
	Var.Facteur 1	83986.23	11	7635.11	3940.70	0.0000		
	Var.Facteur 2	285.18	1	285.18	147.19	0.0000		
	Var.Inter F1.2	153.57	11	13.96	7.21	0.0000		
	Var.Residuelle	46.50	24	1.94			1.39	1.9%
Plaine nouaison	Var.Totale	91705.82	47	1951.19				
	Var.Facteur 1	91343.57	11	8303.96	2605.16	0.0000		
	Var.Facteur 2	105.04	1	105.04	32.95	0.0000		
	Var.Inter F1.2	180.71	11	16.43	5.15	0.0004		
	Var.Residuelle	76.50	24	3.19			1.79	2.4%

Tableau 15 : Nombre de fleurs.

	SOURCE DE VARIATION	S.C.E.	DDL	CARRES MOYENS	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
Bouquet 01	Var.Totale	1896.41	95	19.96				
	Var.Facteur 1	1406.03	11	127.82	72.32	0.0000		
	Var.Facteur 2	250.26	1	250.26	141.60	0.0000		
	Var.Inter F1.2	112.86	11	10.26	5.81	0.0000		
	Var.Residuelle	127.25	72	1.77			1.33	19.6%
Bouquet 02	Var.Totale	551.41	95	5.80				
	Var.Facteur 1	436.28	11	39.66	53.63	0.0000		
	Var.Facteur 2	14.26	1	14.26	19.28	0.0001		
	Var.Inter F1.2	47.61	11	4.33	5.85	0.0000		
	Var.Residuelle	53.25	72	0.74			0.86	23.1%
Total	Var.Totale	3768.00	95	39.66				
	Var.Facteur 1	3351.25	11	304.66	140.16	0.0000		
	Var.Facteur 2	145.04	1	145.04	66.73	0.0000		
	Var.Inter F1.2	115.21	11	10.47	4.82	0.0000		
	Var.Residuelle	156.50	72	2.17			1.47	14.0%

Tableau 16 : Nombre de fruits.

	SOURCE DE VARIATION	S.C.E.	DDL	CARRES MOYENS	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
Bouquet 01	Var.Totale	947.83	95	9.98				
	Var.Facteur 1	801.58	11	72.87	64.38	0.0000		
	Var.Facteur 2	6.00	1	6.00	5.30	0.0230		
	Var.Inter F1.2	58.75	11	5.34	4.72	0.0000		
	Var.Residuelle	81.50	72	1.13			1.06	23.9%
Bouquet 02	Var.Totale	473.33	95	4.98				
	Var.Facteur 1	250.58	11	22.78	25.04	0.0000		
	Var.Facteur 2	84.38	1	84.38	92.75	0.0000		
	Var.Inter F1.2	72.88	11	6.63	7.28	0.0000		
	Var.Residuelle	65.50	72	0.91			0.95	36.9%
Total	Var.Totale	2203.83	95	23.20				
	Var.Facteur 1	1903.33	11	173.03	82.78	0.0000		
	Var.Facteur 2	45.37	1	45.37	21.71	0.0000		
	Var.Inter F1.2	104.63	11	9.51	4.55	0.0000		
	Var.Residuelle	150.50	72	2.09			1.45	20.5%

Tableau 17 : Taux d'avortement.

	SOURCE DE VARIATION	S.C.E.	DDL	CARRES MOYENS	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
Bouquet 01	Var.Totale	120112.81	95	1264.35				
	Var.Facteur 1	99300.87	11	9027.35	129.10	0.0000		
	Var.Facteur 2	10108.99	1	10108.99	144.57	0.0000		
	Var.Inter F1.2	5668.48	11	515.32	7.37	0.0000		
	Var.Residuelle	5034.47	72	69.92			8.36	17.8%
Bouquet 02	Var.Totale	138638.36	95	1459.35				
	Var.Facteur 1	90675.11	11	8243.19	68.65	0.0000		
	Var.Facteur 2	21749.11	1	21749.11	181.13	0.0000		
	Var.Inter F1.2	17568.78	11	1597.16	13.30	0.0000		
	Var.Residuelle	8645.36	72	120.07			10.96	22.1%
Total	Var.Totale	118101.84	95	1243.18				
	Var.Facteur 1	96502.36	11	8772.94	134.74	0.0000		
	Var.Facteur 2	11586.77	1	11586.77	177.95	0.0000		
	Var.Inter F1.2	5324.70	11	484.06	7.43	0.0000		
	Var.Residuelle	4688.02	72	65.11			8.07	17.1%

Tableau 18 : Production par plante.

	SOURCE DE VARIATION	S.C.E.	DDL	CARRES MOYENS	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
Bouquet 01	Var.Totale	1550500.00	95	16321.05				
	Var.Facteur 1	1229680.88	11	111789.17	124.85	0.0000		
	Var.Facteur 2	620.50	1	620.50	0.69	0.4128		
	Var.Inter F1.2	255730.75	11	23248.25	25.96	0.0000		
	Var.Residuelle	64467.88	72	895.39			29.92	18.7%
Bouquet 02	Var.Totale	937029.81	95	9863.47				
	Var.Facteur 1	573465.75	11	52133.25	106.34	0.0000		
	Var.Facteur 2	179183.88	1	179183.88	365.49	0.0000		
	Var.Inter F1.2	149081.56	11	13552.87	27.64	0.0000		
	Var.Residuelle	35298.63	72	490.26			22.14	19.1%
Total	Var.Totale	4038582.00	95	42511.39				
	Var.Facteur 1	3353861.20	11	304896.47	118.49	0.0000		
	Var.Facteur 2	200895.50	1	200895.50	78.07	0.0000		
	Var.Inter F1.2	298553.75	11	27141.25	10.55	0.0000		
	Var.Residuelle	185271.50	72	2573.22			50.73	18.4%

Tableau 19 : Calibre des fruits.

	SOURCE DE VARIATION	S.C.E.	DDL	CARRES MOYENS	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
Classe D	Var.Totale	115570.65	95	1216.53				
	Var.Facteur 1	92863.45	11	8442.13	35.39	0.0000		
	Var.Facteur 2	461.49	1	461.49	1.93	0.1649		
	Var.Inter F1.2	5069.73	11	460.88	1.93	0.0488		
	Var.Residuelle	17175.98	72	238.56			15.45	30.9%
Classe C	Var.Totale	38599.95	95	406.32				
	Var.Facteur 1	25640.58	11	2330.96	21.72	0.0000		
	Var.Facteur 2	698.06	1	698.06	6.50	0.0124		
	Var.Inter F1.2	4534.64	11	412.24	3.84	0.0002		
	Var.Residuelle	7726.66	72	107.31			10.36	48.3%
Classe B	Var.Totale	2957.07	95	31.13				
	Var.Facteur 1	1338.08	11	121.64	9.85	0.0000		
	Var.Facteur 2	0.40	1	0.40	0.03	0.8529		
	Var.Inter F1.2	729.80	11	66.35	5.37	0.0000		
	Var.Residuelle	888.80	72	12.34			3.51	111.4%
Classe A	Var.Totale	236.05	95	2.48				
	Var.Facteur 1	96.86	11	8.81	26.51	0.0000		
	Var.Facteur 2	18.42	1	18.42	55.45	0.0000		
	Var.Inter F1.2	96.86	11	8.81	26.51	0.0000		
	Var.Residuelle	23.91	72	0.33			0.58	131.6%

Tableau 20 : Taux de sucres totaux.

SOURCE DE VARIATION	S.C.E.	DDL	CARRES MOYENS	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
Var.Totale	527.69	71	7.43				
Var.Facteur 1	462.23	11	42.02	566.88	0.0000		
Var.Facteur 2	31.02	1	31.02	418.49	0.0000		
Var.Inter F1.2	30.89	11	2.81	37.88	0.0000		
Var.Residuelle	3.56	48	0.07			0.27	7.8%

Tableau 21 : Vitamine C.

SOURCE DE VARIATION	S.C.E.	DDL	CARRES MOYENS	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
Var.Totale	6929.97	71	97.61				
Var.Facteur 1	5609.29	11	509.94	283.04	0.0000		
Var.Facteur 2	873.62	1	873.62	484.90	0.0000		
Var.Inter F1.2	360.58	11	32.78	18.19	0.0000		
Var.Residuelle	86.48	48	1.80			1.34	9.3%

Tableau 22 : Acidité titrable.

SOURCE DE VARIATION	S.C.E.	DDL	CARRES MOYENS	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
Var.Totale	1.15	71	0.02				
Var.Facteur 1	0.90	11	0.08	71.27	0.0000		
Var.Facteur 2	0.04	1	0.04	34.29	0.0000		
Var.Inter F1.2	0.16	11	0.01	12.43	0.0000		
Var.Residuelle	0.05	48	0.00			0.03	22.8%

Tableau 23 : Taux de matière sèche des fruits.

SOURCE DE VARIATION	S.C.E.	DDL	CARRES MOYENS	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
Var.Totale	1461.70	71	20.59				
Var.Facteur 1	1435.80	11	130.53	537.56	0.0000		
Var.Facteur 2	0.00	1	0.00	0.01	0.9217		
Var.Inter F1.2	14.24	11	1.29	5.33	0.0000		
Var.Residuelle	11.66	48	0.24			0.49	6.7%

Tableau 24 : Epaisseur du péricarpe.

SOURCE DE VARIATION	S.C.E.	DDL	CARRES MOYENS	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
Var.Totale	391.83	95	4.12				
Var.Facteur 1	373.83	11	33.98	181.25	0.0000		
Var.Facteur 2	0.04	1	0.04	0.22	0.6442		
Var.Inter F1.2	4.46	11	0.41	2.16	0.0261		
Var.Residuelle	13.50	72	0.19			0.43	13.5%

Tableau 25 : Nombre de loges.

SOURCE DE VARIATION	S.C.E.	DDL	CARRES MOYENS	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
Var.Totale	740.63	95	7.80				
Var.Facteur 1	628.88	11	57.17	75.53	0.0000		
Var.Facteur 2	35.04	1	35.04	46.29	0.0000		
Var.Inter F1.2	22.21	11	2.02	2.67	0.0064		
Var.Residuelle	54.50	72	0.76			0.87	20.2%

Tableau 26 : Bilan d'absorption hydrominérale.

	SOURCE DE VARIATION	S.C.E.	DDL	CARRES MOYENS	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
Coupe 01	Var.Totale	19658.14	71	276.88				
	Var.Facteur 1	13189.50	11	1199.05	12.84	0.0000		
	Var.Facteur 2	302.22	1	302.22	3.24	0.0748		
	Var.Inter F1.2	1684.89	11	153.17	1.64	0.1171		
	Var.Residuelle	4481.53	48	93.37			9.66	13.2%
Coupe 02	Var.Totale	16550.64	71	233.11				
	Var.Facteur 1	3146.09	11	286.01	3.00	0.0042		
	Var.Facteur 2	186.40	1	186.40	1.96	0.1648		
	Var.Inter F1.2	8643.23	11	785.75	8.24	0.0000		
	Var.Residuelle	4574.92	48	95.31			9.76	14.4%
Coupe 03	Var.Totale	12685.65	71	178.67				
	Var.Facteur 1	4586.26	11	416.93	3.72	0.0007		
	Var.Facteur 2	99.78	1	99.78	0.89	0.3524		
	Var.Inter F1.2	2624.81	11	238.62	2.13	0.0356		
	Var.Residuelle	5374.79	48	111.97			10.58	13.8%

**APPENDICE C**  
**IMAGES PHOTOGRAPHIQUES**



Photo 1 : Prise de vue générale du dispositif expérimental au début de la culture



Photo 2 : Prise de vue générale du dispositif expérimental après la 3<sup>ème</sup> coupe.



Photo 3 : Prise de vue générale des différents traitements salins naturels au 28/03/2005 chez la variété Marmande.



Photo 4 : Prise de vue générale des différents traitements salins corrigés au 28/03/2005 chez la variété Marmande.



Photo 5 : Prise de vue générale des différents traitements salins naturels au 28/03/2005 chez la variété Saint-pierre.



Photo 6 : Prise de vue générale des différents traitements salins corrigés au 28/03/2005 chez la variété Saint-pierre.



Photo 7 : Prise de vue générale des traitements  $T_{1c}$ ,  $T_{1cL_1}$  et  $T_{1cL_2}$  au 20/04/2005 chez la variété Marmande.



Photo 8 : Prise de vue générale des traitements  $T_{1cF}$ ,  $T_{1cFL_1}$  et  $T_{1cFL_2}$  au 20/04/2005 chez la variété Marmande.



Photo 9 : Prise de vue générale des traitements  $T_{1c}$ ,  $T_{1cL_1}$  et  $T_{1cL_2}$  au 20/04/2005 chez la variété Saint-pierre.



Photo 10 : Prise de vue générale des traitements  $T_{1cF}$ ,  $T_{1cFL_1}$  et  $T_{1cFL_2}$  au 20/04/2005 chez la variété Saint-pierre.



Photo 11 : Prise de vue générale des traitements  $T_{1cFL_2}$ ,  $T_{1cL_2}$  et  $T_{1L_2}$  au 25/5/2005 chez la variété Marmande.



Photo 12 : Prise de vue générale des traitements  $T_{1c}$ ,  $T_{1cL_1}$  et  $T_{1cF}$  au 25/5/2005 chez la variété Saint-pierre.