



RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



UNIVERSITE BLIDA1
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LAVIE
DEPARTEMENT DES BIOTECHNOLOGIES ET AGRO-ECOLOGIE

Mémoire de Fin d'Étude

En vue de l'obtention du Diplôme en Master académique en
Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Biotechnologie

Spécialité : Biotechnologie végétale

Thème :

***Impact de l'application d'un bio fertilisant à base de purin
d'ortie (Urtica dioica L.) sur le développement de la
culture de tomate***

Présenté par:

BALI Amine

OUAAD Bilal

BOUCHAREB Sabrina

Devant le Jury composé de :

Pr SNOUSSI S-A

Prof USD. Blida 1

Président

Mr ZOUAOUI A.

MCA USD. Blida 1

Promoteur

Mme BENZAHRA S

MCB USD. Blida 1

Examinatrice

Année Universitaire 2021-2022

Remerciement

Premièrement on doit remercier dieu le tout de nous avoir donné la santé et la volonté d'entamer et de terminer ce mémoire.

*Tout d'abord, ce travail ne serait pas aussi riche et n'aurait pas pu avoir le jour sans l'aide et l'encadrement de **Mr ZOUAOUI A**, on le remercie pour la qualité de son encadrement exceptionnel, pour sa patience, sa rigueur et sa disponibilité durant notre préparation de ce mémoire.*

*Nos remerciements s'adressent aux membre des jury **Mr SNOUSSI S A** et **Mm BENZAHRA** qui nous ont fait l'honneur d'examiner et d'évaluer notre travail.*

Nos remerciements s'adressent également à tous nos professeurs pour leurs générosités et la grande patience dont ils ont su fais preuve malgré leurs charges académiques et professionnelles.

Dédicace

Je dédie cette mémoire

A mes chers parents qui m'ont soutenu et encouragé durant ces années d'études. Qu'ils trouvent ici le témoignage de ma profonde reconnaissance.

A mes frères **FOUAD** et **DHAYAE** et ma chère sœur **AMINA** qu'elle me beaucoup aidée, mes grands-parents et Ceux qui ont partagé avec moi tous les moments d'émotion lors de la réalisation de ce travail. Ils m'ont chaleureusement supporté et encouragé tout au long de mon parcours.

A ma famille surtout mes cousines **NOUR EL YAKINE** et **NADA**. A une personne qui me donnent de l'amour et de la vivacité.

A tous mes amis qui m'ont toujours encouragé. Et à qui je souhaite plus de succès.

A tous ceux que j'aime

BALI AMINE

Dédicace

Je dédie cette mémoire

A toute la famille **OUAAD**. Précisément a mes chers parents qui m'encouragé durant ces années d'études, à mes chers frères qu'ils mon beaucoup aidé.

A mon chère ami **DAHAL ABDELGHANI**, et a tous mes amis qui m'ont toujours encouragé et partagé avec moi tous les moments d'émotion lors de la réalisation de ce travail.

A tous ceux que j'aime.

OUAAD BILAL

Dédicace

Je dédie ce mémoire

A mes parents comme un cadeau avec fierté et honneur, qui donnent de l'amour et de la force pour terminer le parcours scolaire avec leurs sacrifices consentis et son affection profonde. Je prie Dieu de les protéger et de prolonger leur vie afin de terminer le chemin avec mes frères, surtout ma petite sœur.

A ma famille, à mes grandes- mères **KHADIDJA** et **AKILA**, que Dieu ait pitié d'elles et fasse de leur demeure le paradis, car elles voulaient être avec moi arriver là où je suis maintenant.

A mes amis et à tous ceux qui m'aiment qu'ils trouvent dans ce travail l'expression de mon affection et ma grande admiration. J'espère que Dieu m'aidera à réaliser mes rêves que j'ai toujours voulu réaliser.

BOUCHAREB SABRINA

RESUME

La présente étude a pour objectif de proposer des solutions alternatives basées sur l'utilisation de produits naturels (bio stimulant d'origine végétale) dans le but de diminuer l'utilisation des engrais chimiques.

Notre travail vise à déterminer l'effet d'un bio stimulant à base du purin d'ortie (*Urtica dioica*L.) sur le développement et la croissance de la culture de tomate *Lycopersicon esculentum* avec des concentrations différents pour chaque application T(15%) , T2(10%), T3(15%), T4(20%), T5 (25%), comparés avec les plantes non traitées T0 (témoin).

Nos résultats montrent une différence significative et hautement significative pour les plantes traitées par le bio fertilisant au niveau du poids frais et sec des plants, de la hauteur des plantes du poids frais et sec des racines et la teneur en chlorophylle totale.

Mots clés : bio fertilisant, purin d'ortie, tomate, croissance.

Abstract

The present study aims to propose alternative solutions based on the use of natural products (bio stimulant of plant origin) in order to reduce the use of chemical fertilizers.

Our work aims to determine the effect of a bio stimulant based on nettle manure (*Urtica dioica* L.) on the development and growth of tomato culture *Lycopersicon esculentum* with different concentrations for each application T (15%) , T2(10%), T3(15%), T4(20%), T5 (25%), compared with untreated plants T0 (control).

Our results show a significant and highly significant difference for the plants treated with the bio-fertilizer in terms of the fresh and dry weight of the plants, the height of the plants, the fresh and dry weight of the roots and the total chlorophyll content.

Keywords: organic fertilizer, nettle manure, tomato, growth.

ملخص

تهدف الدراسة الحالية إلى اقتراح حلول بديلة تعتمد على استخدام المنتجات الطبيعية (محفز حيوي من أصل نباتي) من أجل تقليل استخدام الأسمدة الكيماوية.

يهدف عملنا إلى تحديد تأثير محفز حيوي يعتمد على روث نبات القراص

(*Urtica dioica* L) على تطوير ونمو زراعة الطماطم (*Lycopersicon esculentum*) بتركيزات

مختلفة لكل تطبيق (T1:5% , TE:10%, T3:15%, T4:20%, TT:25%) مقارنة بالنباتات غير المعالجة T0

أظهرت نتائجنا اختلافًا معنويًا وعلالي الدلالة للنباتات المعالجة بالسماد الحيوي في الوزن الرطب والجاف للشتلات،

وارتفاع النباتات ، والوزن الرطب والجاف للجذور ومحتوى الكلوروفيل الكلي.

الكلمات المفتاحية: سماد عضوي ، سماد نبات القراص ، طماطم ، نمو

LISTE DES TABLEAUX

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Tableau N°1: les concentrations des différents minéraux d'un purin d'ortie artisanal classique en ppm (partie par millions) (BILLOTTE. B et al, 2013)..... | 23 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|

LISTE DES FIGURES

- **Figure N°1** : Premières images de tomate publiées. **(A)** Image publiée par Dodoens en 1553.Tiré de Daunay *et al.* (2007), **(B)** Planche de tomate dessinée par Mattioli en 1590, édition Dioscorides, Almagne.....4
- **Figure N°2** : Les stades de développement de la tomate (WACQUANT, 1995).....8
- **Figure N°3** : *Urtica dioica*.....12
- **Figure N°4** : Feuille d'*urtica dioica*.....13
- **Figure N°5** : Racine d'*Urtica dioica* L.14
- **Figure N°6** : Poil urticant d'*Urtica dioica* L.15
- **Figure N°7** : Colonie d'orties16
- **Figure N°8** : Sommité fleurie d'ortie.....17
- **Figure N°9** : Comparaison des fleurs mâles et femelles chez *Urtica dioica*18
- **Figure N°10** : Fruit d'*urtica dioica*.....18
- **Figure N°11**: Planche botanique d'*Urtica dioica*.....19
- **Figure N°12** : Essai de germination des graines de tomate.....28
- **Figure N°13**: Schéma du dispositif expérimental.....29
- **Figure N°14** : Découpage des feuilles et des tiges.....30
- **Figure N°15** : Un sceau en plastique de 40 litres.....30
- **Figure N°16** : Purin de l'ortie.....31
- **Figure N°17** : Filtration du purin d'ortie.....31
- **Figure N°18** : Hauteur des plantes (cm).....34
- **Figure N°19** : Nombre de feuilles.....35
- **Figure N°20** : Poids frais total (g).....35
- **Figure N°21** : Poids sec total (g).....36
- **Figure N°22** : Poids frais des racines (g).....37
- **Figure N°23** : Poids sec des racines (g).....37
- **Figure N°24** : Nombre de fleurs.....38
- **Figure N°25** : Teneur en chlorophylle totale.....39

SOMMAIRE

Remerciements

Dédicaces

Résumé

Abstract

ملخص

Liste des Figures

Liste des Tableaux

Sommaire

Introduction Générale

Chapitre N° 1 : la culture de la tomate

1.2 Généralité

1.2 Origine et historique

1.3 Importance de la tomate

1.3.1 Importance alimentaire

1.3.2 Importance économique

1.3.3 Importance médicale

1.4 Caractéristique botanique

1.5 Variétés de tomate

1.6 Cycle biologique de la tomate

1.6.1 Phase de croissance

1.6.2 Phase de floraison et la pollinisation

1.6.4 Phase de fécondation, de nouaison et de fructification

1.6.5 Phase de développement et de maturation des fruits

1.7 Exigences pédoclimatiques de la tomate

1.7.1 Température

1.7.2 Lumière et vent

1.7.3 Eau

Chapitre N°2 : Présentation de l'ortie

2.1 Généralité

2.2 Répartition géographique

2.3 Systématique

2.4 Description de l'ortie

2.5 L'appareil reproducteur

2.5.1 Généralités sur la production de l'ortie

2.6 Récolte, cueillette

2.7 Utilisation de l'ortie

2.7.1 Un stimulateur de croissance

2.7.2 Une auxiliaire écologique

2.7.3 Un engrais vert

2.7.4 L'ortie dans le compost

2.7.5 Un agent de lutte contre les ravageurs

2.7.6 Le purin d'ortie

Chapitre N°3 : Le purin d'ortie

3.1 Généralité et historique

3.2 Fabrication

3.2.1 Opération de ramassage et de fermentation

3.2.2 Filtration et stockage

3.3 La composition du purin d'ortie

3.4 Principales propriétés du purin d'ortie

3.4.1 Répulsif et non insecticide

3.4.2 Protection contre les champignons

3.5 Bio stimulant

3.5.1 Définition

Chapitre N°4 : Matériel et Méthodes

4.1 Objectif d'expérimentation

4.2 Matériel végétale

4.3 Lieu de l'expérience

4.5 Substrat et conteneurs

4.6 Dispositif expérimental

4.7 Les traitements utilisés

4.7.1 Préparation du purin d'ortie

4.7.2 Description des différents traitements

4.8 Paramètres étudiés

4.8.1 Paramètres de croissances

4.8.2 Paramètres physiologiques

Chapitre N°5 : Résultats et discussions

5.1 Paramètres de croissances

5.1.1 Hauteur des plantes (cm)

5.1.2 Nombre de feuille

5.1.3 Poids frais et sec total(g)

5.1.4 Poids frais et sec des racines(g)

5.15 Nombre de fleurs

5.1.6 Teneur en chlorophylle totale

Conclusion

Références bibliographiques

Liste d'annexes

Introduction

L'utilisation abusive et anarchique d'engrais chimique pour accroître la productivité agricole dégrade continuellement l'état des sols et met en danger l'équilibre environnemental et constitue une grave menace pour la santé humaine, le recours aux nouvelles technologies et à une agriculture utilisant plus des pesticides et plus d'engrais est incontournable. En effet, la fertilisation peut améliorer les rendements de manière spectaculaire.

Les sols Africains contiennent des quantités relativement limitées d'azote et autres éléments assimilables par rapport aux besoins des végétaux. Pour alimenter les plantes, les agriculteurs amendent continuellement les sols en engrais et fertilisants chimiques. (**JAZIRI et al, 2014**).

L'agriculture biologique est un monde de production limité par une réglementation qui interdit l'utilisation des produits de synthèse chimique (engrais, pesticides....etc) et qui encourage le recours aux moyens physiques et biologiques (**Sylvander et al, 2005**).

Les produits naturels sont de plus en plus recherchés pour une agriculture durable. L'utilisation des bio fertilisants constitue une alternative biologique qui commence à prendre de l'ampleur (**JAZIRI et al, 2014**).

Le principal intérêt des bio fertilisants était de stimuler la plante, de stimuler sa croissance, mais aussi ses défenses immunitaires. Voilà pourquoi les extraits végétaux fermenté agissent de façons plus spectaculaires encore sur les sols travaillés de façon conventionnelle que sur ceux travaillés selon les préceptes de l'agriculture biologique. Plus en plus de sols maltraités plus on peut espérer des résultats.

L'agriculture sera poussée à devenir plus durable en tant que réponse mondiale au changement climatique. Plusieurs études ethnobotaniques ont indiqué que l'utilisation d'extrait d'ortie (**Urtica dioica L.**) comme engrais dans l'agriculture biologique pour les cultures horticoles se répand en Espagne. L'ortie pousse sur les terrains riches en azote, et atteint une hauteur d'un mètre au stade de la floraison. Les produits à base d'extrait d'ortie sont riches en azote (phyto stimulants), aussi ils contiennent beaucoup d'oligoéléments, qui ont un effet positif sur les feuilles, et sont également utilisé comme acaricides contre l'araignée rouge. L'extrait d'ortie a également un effet répulsif sur de nombreux autres insectes. Une solution d'ortie épaisse et utilisée comme fongicide et répulsif.

Les bio stimulants connus par la synthèse e métabolites importants qui ont pour fonction d'approuver des processus naturels pour accroitre l'absorption et l'efficience des nutriments, la tolérance aux stress abiotiques et la qualité des récoltes lors'ils sont appliqués aux plantes ou à la rhizosphère (**Lakhdar, 2019**).

Le but de ce règlement est d'assurer un niveau élevé de protection de l'homme et de l'environnement et, en même temps, desauvegarder la compétitivité de la communauté agricole. Dans cette étude, nous avons cherché à identifier l'effet de l'utilisation du purin d'ortie comme bio fertilisant, et ce afin d'évaluer son impact sur la croissance, le développement d'une variété de tomate (la Marmande).

Chapitre N°1: Généralité sur la culture de la tomate

1.1- Généralité :

La tomate est une plante herbacée annuelle, dont la culture est très répandue et dont la fruit charnu et consommée sous des formes très variées, soit frais au transformé le fruit de cette plante, espèce *Lycopersicon esculentum* , famille des solanacées , de couleur rouge à jaune selon la variété .

La tomate *solanum lycopersicum* est l'un des principaux légumes au monde avec une production mondiale de 126 millions de tonne en **2005(FAO ,2007)**.

C'est une excellente source de nombreux nutriments et métabolites secondaires qui sont importants pour santé humaine. Elle est en matière minérales, vitamine C et E , β -carotène, lycopène , flavonoïdes , acides organiques , composées phénoliques et chlorophylle . **(Giovanni et paradis ,2002)**.

1.2- Origine et historique :

La tomate est originaire des Andes. Elle fut domestiquée au Mexique, puis introduite en Europe en 1544. Ensuite elle s'est propagée en Asie du Sud et de l'Est, en Afrique et en Moyen Orient (**Shankara et al., 2005**). Elle a d'abord été cultivée et améliorée par les indiens du Mexique, sous le nom aztèque « tomatl », avant d'être ramenée en Europe par les conquistadores. Neuf espèces sauvages peuvent être observées en Amérique du Sud, seulement deux comestibles, la « tomate groseille » (*Solanum pimpinellifolium*) et la « tomate cerise » (*Solanum lycopersicum var cesariiforme*) qui est l'ancêtre de nos tomates actuelles (Fig. 01) (**Camille, 2009**). En 1905, la tomate est introduite en Algérie par les espagnols dans la région Ouest « Oran » (**Rey & Costes, 1965**).



Figure N°1 : Premières images de tomate publiées. (A) Image publiée par Dodoens en 1553.

Tiré de Daunay *et al.* (2007), (B) Planche de tomate dessinée par Mattioli en 1590, édition Dioscorides, Almagne.

1.3- Importance de la tomate :

1.3.1- Importance alimentaire :

La tomate tient une place importante dans l'alimentation humaine. Elle est consommée soit crue, soit cuite, ou comme un produit transformé tels que le jus de fruits, les sauces, le Ketchup et les conserves. Au cours des dernières décennies, la consommation de la tomate a été associée à la prévention contre plusieurs maladies comme le cancer et les maladies cardiovasculaires. Le fruit riche en potassium, en antioxydants, en magnésium, en phosphore, en vitamines A-B-Cet E, en fibres et en sels minéraux (Wilcox *et al.*, 2003 ; Levi, 2006).

1.3.2- Importance économique :

La tomate est le légume-fruit dont la culture et la consommation sont universelles. Elle génère une littérature abondante en raison de son importance économique et parce qu'elle est une plante modèle de choix au niveau mondial pour la recherche sur les fruits charnu. En effet, elle est fréquemment utilisée pour des études physiologiques, cellulaires, biochimiques,

moléculaires ou génétiques sans doute en raison de ses facilités de culture et de manipulation, ainsi qu'un cycle de vie court. Au plan international, une grande diversité génétique est disponible sur cette plante avec de nombreuses accessions, des banques de mutants et des plantes transformées. De plus, depuis quelques années, le génome complet de la tomate est séquencé (Sato *et al*, 2012).

1.3.3- Importance médicinale :

La tomate aurait une utilisation traditionnelle de phytothérapie notamment grâce à sa teneur en pigments caroténoïdes antioxydants, et plus particulièrement en lycopène, connu pour ses propriétés anticancéreuses et de prévention contre les maladies cardiovasculaires, en particulier. Il est à noter que ce lycopène est plus facilement assimilé par la consommation de tomates cuites, la cuisson libérant les nutriments en faisant éclater les cellules végétales (FAO, 2013).

1.4- Caractéristique botaniques :

La tomate cultivée *Lycopersicon esculentum* est une espèce diploïde avec $2n = 24$ chromosomes, chez laquelle il existe de très nombreux mutants mono géniques dont certains sont très importants pour la sélection. C'est une plante autogame mais on peut avoir une proportion de fécondation croisée par laquelle la plante peut se comporter comme plante allogame (GALLAIS et BANNEROT, 1992).

En 1753, Linné donna à la tomate le nom scientifique « *Solanum lycopersicum* » c'est-à-dire « pêche de loup » (de *lucos* : loup, et *persica* : pêche) ; et proposa la classification classique suivante :

_ Règne : Plantae

_ Sous-règne : Trachiobionta

_ Division : Magnoliophyta

_ Classe : Magnoliopsida

_ Sous-classe : Asteridae

_ Ordre : Solanale

_ Famille : Solanaceae

_ Genre : Solanum

_ Espèce : Solanum lycopersicum

Ainsi, aucune classification n'est stable, chacune peut toujours être affinée, voire modifiée, à la lumière de découvertes nouvelles ou d'interprétations différentes, pour cela le nom scientifique de la tomate présente plusieurs synonymes :

_ Solanum lycopersicon Linné. 1753 ;

_ Lycopersicon esculentum Mill Gardner. 1768 ;

_ Lycopersicon pomumamoris Moench 1794 ;

_ Lycopersicon lycopersicum Karst. 1882 (VAN DER VOSSEN et *al*, 2004

1.5- Variétés de Tomate en Algérie :

Il existe plusieurs variétés maraichères en Algérie :

- Les variétés fixées dont les caractéristiques génotypiques et phénotypiques se transmettent pour les générations descendantes où on peut citer les plus utilisées en Algérie telles que : La Marmande, La Sainte Pierre et Aïcha.
- Les Hybrides qui du fait de l'effet Hétérosis, présentent la faculté de réunir plusieurs caractères d'intérêt (bonne précocité, bonne qualité de résistance aux maladies et aux attaques parasitaires et donc bon rendement). Ces hybrides ne peuvent être multipliés vu qu'ils perdent leurs caractéristiques dans les descendance ; les plus utilisés en Algérie : Actana, Agora, Bond, Nedjma, Tafna, Tavira, Toufan, Tyeron, Zahra, Farouna, Top 48, Zeralda, Suzana, Zigana et Joker.

Pour la tomate industrielle :

- Les variétés les plus utilisées sont : Rio Grande (80%)- Roma- Elgon - Universalmech- Castlong- Heintz- Pico De Aneto - Roma Vf.
- Les Hybrides : Zenith et Sabra.

Toutes les variétés actuelles sur le marché sont pour la plupart des variétés fixées et peu d'hybrides (**Snoussi, 2010**).

1.6- Cycle biologique de la tomate :

Chez la tomate, la durée du cycle végétatif complet (de la graine) varie selon: les variétés l'époque et les conditions de culture. Il s'étend généralement de 3,5 à 6 mois, du semis jusqu'à la dernière récolte (**GALLAIS et BANNEROT, 1992**). Le cycle de la tomate comprend cinq phases:

1.6.1- Phase de germination :

C'est le passage de la graine de la vie ralentie à la vie active qui se traduit par la sortie des racines radicales et l'émergence de l'hypocotyle en surface. Les réserves sont hydrolysées et fournissent à l'embryon les métabolites nécessaires à ses synthèses et ses divisions cellulaires.

La germination effectue au bout de 6 à 8 jours après le semis à une température ambiante entre 18 et 24°C (**HELLER, 1996**).

1.6.2- Phase de croissance :

Selon (**LAUMONIER 1979**) la croissance déroule en deux phases dans deux milieux différents : à la pépinière et en plein champs ou sous serre.

-En pépinière: la croissance dure de la levée jusqu'au stade 6 feuilles, où la plante assure la formation de racines fonctionnelles qui vont assurer l'alimentation à la plante en eau et éléments nutritifs. A la partie aérienne, la tige s'allonge et forme des feuilles.

-En plein champ ou serre: A partir du stade six feuilles la plante est transférée de la pépinière pour être repiquée en plein champ et continuer ainsi sa croissance. La tige augmente et le nombre de feuilles va Progresser.

1.6.3- Phase de floraison et la pollinisation :

Selon **REY et COSTAES (1965)**. La floraison correspond à l'apparition et le développement des ébauches florales qui se traduit par la transformation du méristème apical en passant de l'état végétatif à l'état reproducteur. L'apex s'aplatit, s'élargit et les protubérances formées sont des ébauches des pièces florales. Celle-ci se transforment par la suite en boutons floraux et s'épanouissent en fleurs. Ces transformations dépendent de plusieurs facteurs: notamment la photopériode, la température et les éléments nutritifs. En conditions favorables, 6 à 7 semaines après le semis apparaissent les bouquets floraux groupés

en inflorescences, durant cette phase les températures nocturnes et diurnes doivent être 13°C et 23°C. La pollinisation nécessite l'intervention des agents extérieurs, le vent ou certains insectes comme le bourdon qui provoque la vibration des anthères, libérant ainsi le pollen pour la pollinisation (CHAUX et FOURY, 1994).

1.6.4- Phase de fécondation, de nouaison et de fructification :

D'après REY et COSTES (1965), le temps écoulé entre la pollinisation et la fécondation est 2 à 3 jours. Une bonne nouaison se produit à une température nocturne comprise entre 13°C et 15°C. Les nuits chaudes à l'inférieur 22 °C sont défavorables à la nouaison.

1.6.5- Phase de développement et de maturation des fruits :

La maturation de fruit se caractérise par grossissement du fruit, changement de couleur, du vert ou rouge. La lumière intense permet la synthèse active des hydrates de carbone transportés rapidement vers les fruits en croissance, pour cela il faut une température de 18°C la nuit et 27°C le jour nécessaire. (REY et COSTES, 1965).

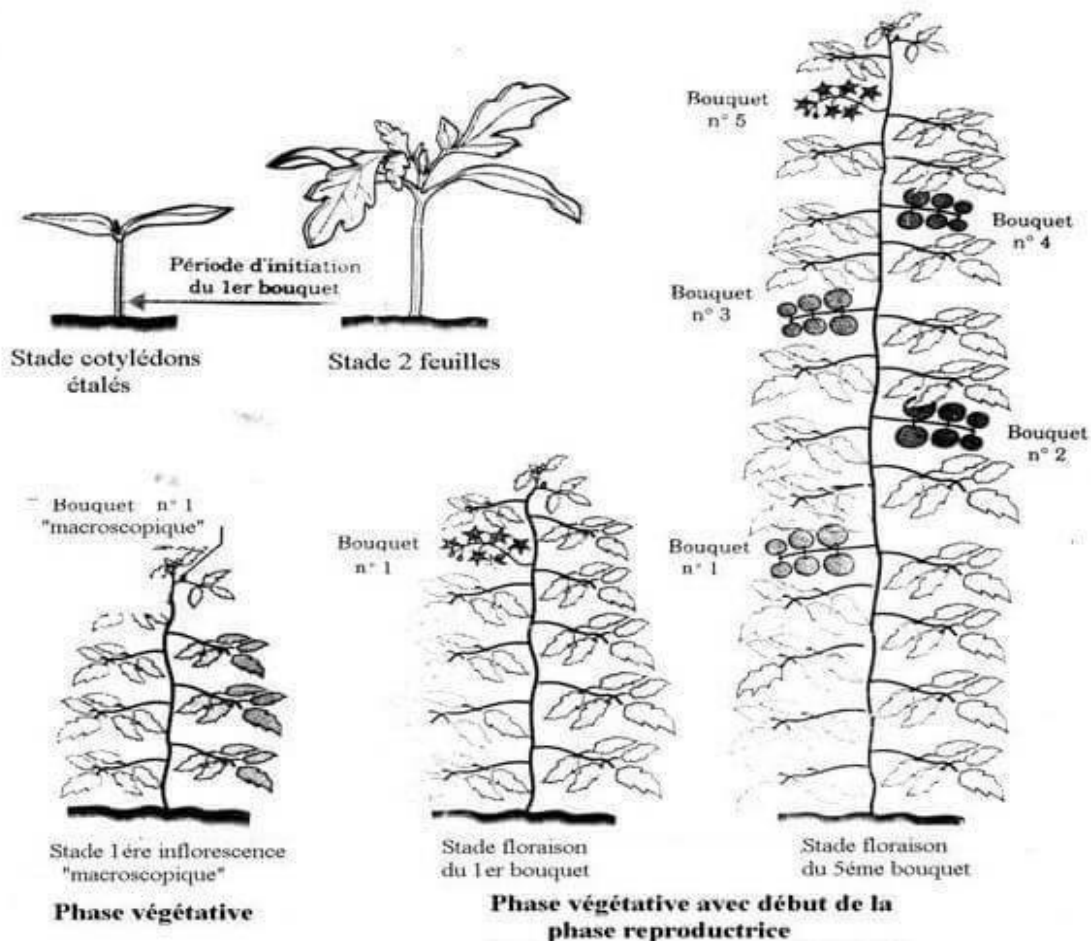


Figure N°2 : Les stades de développement de la tomate (WACQUANT, 1995).

1.7- Exigences pédoclimatiques de la tomate :

1.7.1- Température :

La tomate est une plante des saisons chauds, elle est exigeante en chaleur pour assurer son cycle végétatif complet. Les températures optimales pour la plupart des variétés sont de 18°C le jour et 15 à 25° la nuit. Pendant la nuit de fécondation s'arrête à des températures inférieures à 15 C°. En dessous de 10° C et en dessus de 38° C, les végétaux sont endommagés (Naika *et al*, 2005). L'équilibre et l'écart entre température diurne et nocturne, semblent nécessaire pour obtenir une bonne croissance et une bonne nouaison de la tomate (Fury, 2002). Selon Naika *et al*, (2005) durant la croissance la température nocturne a une grande importance, puisque la majeure partie de la croissance quotidienne de la tige (70 à 80 %) se produit pratiquement à l'obscurité.

1.7.2- Lumière et vent :

La tomate est une plante de lumière. Si on la place dans un endroit ombragé, elle va filer et donner un rendement insignifiant. Les très fortes insulations provoquent sur les fruits des coups de soleil qui les déprécient (Andry, 2010). La tomate craint les vents surtout au moment de la reprise. Les vents chauds peuvent occasionner des brûlures sur les feuilles et des nécroses sur les fruits, en plus des dégâts causés par les vents forts tels la cassure des tiges (Grissa, 2010).

1.7.3- Eau :

La tomate est une plante assez résistante à la sécheresse, surtout si un ameublissement du sol lui permet de développer un système racinaire important. Néanmoins, elle demande une humidité suffisante du sol et les arrosages sont favorables à son développement. On estime que pendant la quarantaine de jours qui suivent la transplantation, les jeunes pieds ont besoin de 50 m³/ha/jour. Pendant la floraison et la maturation, ces besoins en eau sont de l'ordre de 100 à 110 m³/ ha/jour. La tomate craint l'excès d'humidité et la stagnation de l'eau. Il faut éviter de mouiller les feuilles durant l'arrosage si on veut éviter les attaques généralisées des maladies cryptogamiques et la chute des fleurs (Fig. 20) (Andry, 2010).

Chapitre N°2: Présentation de l'ortie

2.1- Généralité sur l'ortie :

Depuis l'antiquité les molécules chimiques végétales sont connues pour leur bio insecticide environ 2121 espèces végétales possédant des propriétés de la lutte antiparasitaire. Parmi 1005 espèces de plantes présentant des propriétés insecticides 384 avec des propriétés Antiparasitaires, 297 ayant des propriétés répulsives, 27 avec des propriétés attractives et 31 identifiées comme stimulateur de croissance (**Rana, 2000**).

Selon (**Bernard et al. 2009**) si une plante n'est pas attaquée par un insecte, c'est en effet qu'elle s'en défend chimiquement, le secret de l'autoprotection des plantes réside dans la subtile chimie de leurs toxines.

Parmi ces composés, de nombreuses molécules qui présentent une action défensive du végétal contre les ravageur ont été identifiées (**Mithofer et Bolande, 2012**). C'est donc à partir d'observation empirique, constante que certaines plantes se protégeaient mieux que l'autre contre les prédateurs qui importunaient les hommes, que se sont développés les premiers usages phytosanitaires des végétaux. En effet, il a été rapporté par de nombreux auteurs que beaucoup de métabolites de défense des plantes sont des mécanismes d'insecticides (**Rattan et al. 2010**).

2.2- Répartition géographique :

Originnaire d'Eurasie, elle s'est répandue dans presque toutes les régions tempérées du monde. Elle est plus commune en Europe du Nord qu'en Europe du Sud ou en Afrique du nord, aux climats trop secs. Largement distribuée en Amérique du Nord, elle est toutefois moins abondante qu'en Europe du Nord.

La grande ortie est très commune partout en France (Corse comprise). Plante hydrophile et nitrophile, elle affectionne les friches rudéralisées, les prairies, les décombres et les abords des habitations.

C'est une plante bio indicatrice des sols basiques, riches en azote, phosphore et potassium. Dans certaines circonstances son abondance peut signaler un excès de matières organiques riches en nutriments ou une pollution des sols par les oxydes ferriques. Mais on ne la trouve généralement pas dans les cultures car elle ne supporte pas le travail du sol (à la différence de l'ortie brûlante une adventice des cultures maraîchères).

La plante utilise la reproduction sexuée pour conquérir de nouveaux sites de colonisation. Puis une fois implantée dans un lieu grâce à une graine, elle développe rapidement des stolons en surface et des rhizomes en profondeur pour s'étaler alentour et

former une population clonale, unisexuée et très compacte. D'après une étude de Glawe¹², chaque pied d'origine de grande ortie donne en moyenne, par multiplication végétative, une vingtaine de « rejets » (appelés ramets). Certains clones, formés d'un seul génotype, peuvent s'étendre sur plusieurs mètres carrés. On peut trouver en un endroit, une population avec une forte domination de pieds femelles et en un autre endroit, une majorité de pieds mâles. Mais en moyenne, sur 26 populations d'orties communes étudiées, représentant plus de 14 000 pieds, Glawe a trouvé 47 % de pieds femelles, 45 % de mâles, 2 % de pieds monoïques (portant des fleurs des deux sexes) et 6 % sans fleurs.

2.3- Systématique :

Il s'agit de la troisième version de classification botanique des Angiospermes établie par l'*Angiosperms Phylogeny Group* sortie en 1998. En novembre 2009, deux des membres de l'APGA publient « A phylogenetic classification of the land plants to accompany APG III »

Dans laquelle ils expliquaient que cette 3^{ème} version d'APG n'était pas terminée proposant des clades avec des noms informels et sans rang. Ce document fait une proposition de nommage de certains de ces clades et une réorganisation, légère, en rang taxonomique.

Règne : *Plantae*

Classe : *Eudicots*

Sous classe : *Rosidées*

Super ordre : *Eurosidées I*

Ordre : *Rosales*

Famille : *Urticaceae* Genre : *Urtica*

Espèce : *Urtica dioica*

(Site n° 33 2014; Spichiger *et al.* 2002; Botineau 2010; Langlade 2010; Lerbet 2011; Mor 2014)

2.4- Description de l'ortie dioïque:

L'ortie dioïque est aussi appelée grand ortie commune ou ortie vivace.

L'ortie est une plante herbacée vivace vigoureuse et a une longue durée de vie par un rhizome jaune rampant, nitrophile, couverte de poils crochus irritants elle peut atteindre 1,5m de haut.



Figure N°3: *Urtica dioica*

a)- Feuille :

Urtica dioica est constituée de feuilles simples charnues, tombantes dentelées, grossièrement en forme de cœur, et la tige sont recouvertes de poils urticants blanc (Alternatine medicine review., 2007).

Les feuilles simples à long pétiole sont opposées deux à deux, de couleur vert foncé en raison de leur richesse en chlorophylle (schaffner., 1992 ; moutsie., 2002).



Figure N°4: feuille *d'urtica dioica*

b)- Tige :

Elle est dressée, velue, non ramifiée et quadrangulaire portant des poils urticantes et des poils courts, très fibreuse porte des feuilles opposées ovales, acuminées fortement dentées sur les bords, à grosse dents ovales- triangulaires (Schaffner., 1992).

c)- Fleurs :

Elles sont déposées en grappes ramifiées, allongées et pendantes, les grappes se situent à l'aisselle des feuilles comme déjà dit, la grande ortie et dioïque car elle porte les fleurs femelles et male sur des plants différents (boullard., 2001 ; fleurentin., 2008).

* **Fleurs femelles** : Elles ont 4 sépales et un ovaire velu de couler verdâtre, les grappes qui les portent pendent, en particulier lorsque les graines se forment, elles sont dépourvues de nectar [moutsie., 2008].

* **Fleurs males** : Elles ont 4 sépales et 4 étamines, elles sont portées par longues grappes serrées très rameuses, développées par paires, à l'aisselle des feuilles. Chaque étamine libère environ 15000 graines de pollen jaune, à la réputation allergisante (moutsie., 2008).

La floraison est estivale, soit du printemps jusqu'au début d'automne (Burnie, et Al. (2013).

d)- Fruit et la graine :

Le fruit *d'Urtica dioica L* est constitué d'un akène, formé dans un calice persistant, contient une graine provenant des panicules à maturité, leur couleur sable à jaune – brun, de forme aplatie, ovoïde et pointue, mesure 1.0 à 1.5 mm de long sur 0.7 à 1.0 mm de large. Son extrémité pointue porte des restes de stigmates pénicillés. Ces fruits sont très souvent entourés

de deux petites feuilles extérieurs, étroites, et de deux feuilles intérieures plus grandes, larges et de couleurs vertes ou de leurs restes (**Wichtl et Anton., 2003**).

e)- Racines :

Ce sont des rhizomes – tiges souterraines, jaunâtres, traçants et abondamment ramifiés qui développent chaque année de nouvelles pousses, d'où le caractère par fois envahissant de l'ortie ils fixent l'azote de l'aire grâce à l'action de microorganismes (*Rhizobium frankia*) qui vivent en symbiose avec l'ortie (**moutsie. 2008**).



Figure N°5 : Racine d'*Urtica dioica L*

f)- Poils (L'action urticante) :

L'action urticante est due au liquide contenu dans les poils et qui est libéré au moindre choc qui casse leur extrémité, les transformant ainsi en une véritable aiguille hypodermique. Ce liquide contient de l'acétylcholine, de l'histamine et d'après des travaux publiés en 1990.

Les poils urticants contiennent de l'histamine, de l'acide formique, de l'acide acétique, de l'acétylcholine, de l'acide butyrique, que des leucotriènes, de la 5-hydroxytryptamine (sérotonine) ainsi que d'autres substances irritantes (**fleurentin., 2008**).



Figure N°6: Poil urticant d'*Urtica dioica* L

2.5- L'appareil reproducteur:

2.5.1- Généralités sur la reproduction de l'ortie :

L'ortie peut se multiplier de deux façons.

- Par reproduction sexuée faisant intervenir les fleurs mâles et femelles portées par des pieds différents. La pollinisation est anémophile (par le vent), grâce à des anthères explosives, qui projettent le pollen au loin sous l'action du soleil.
- Par reproduction asexuée en produisant des clones à partir de stolons (tiges rampantes formant des nœuds qui donnent naissance à de nouvelles plantes) ou de rhizomes (tiges souterraines horizontales pouvant se ramifier et redonner des tiges aériennes). Ce type de reproduction permet à *Urtica dioica* de former des colonies très denses de clones. Dans ce cas on ne retrouve jamais un pied isolé. (Mor, 2014).



Figure N°7 : colonie d'orties.

a)- Fleurs :

Le caractère dioïque de la plante comme il l'a été expliqué fait que les fleurs mâles et femelles sont rencontrées sur des pieds différents. Mais il peut arriver que l'on retrouve au sein d'une population de faibles proportions de pieds monoïques portant à la fois les fleurs mâles et femelles et de pieds ne présentant aucune fleur.

Elles ont comme point commun d'être de petite taille, regroupées, de couleurs vert-gris à verdâtres et apétales (sans pétales). Elles sont disposées en grappes ramifiées, allongées et pendantes à l'aisselle des feuilles (jonction entre la feuille et la tige). Dans une grappe les fleurs sont disposées en alternance et au bout d'un pédoncule. Leur floraison a lieu de juin à octobre (Site n°25 2014; Wichtl et Anton 2003; Mor 2014).

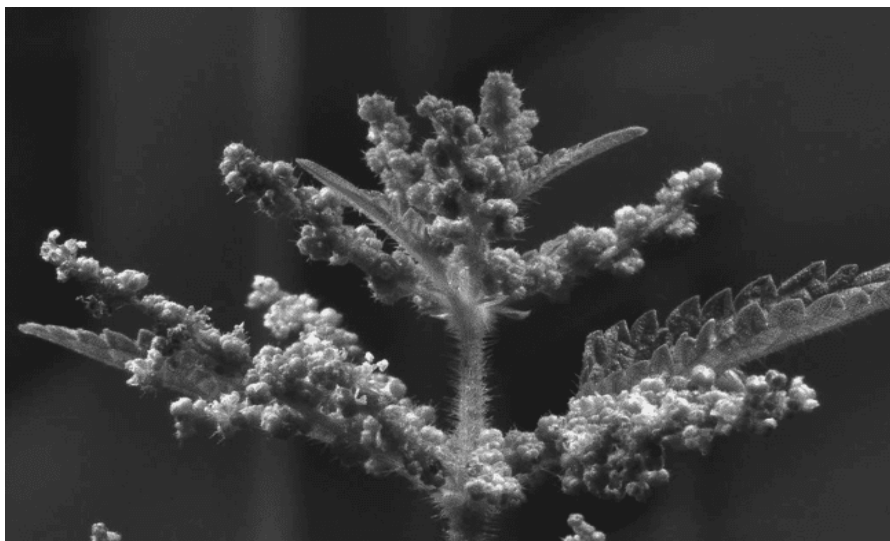


Figure N°8: sommité fleurie d'ortie

b)- Fleurs femelles :

Elles sont de couleur verdâtre et forment des grappes tombantes.

Caractéristiques :

- Tétramères : elles ont 4 pièces florales stériles (pétales ou sépales, ici il s'agit de sépales).
- Haplochlamydes : fleur portant un seul verticille périnthaire, ici défini par les sépales.
- Dialysépales : les 4 pièces stériles (ici les sépales) sont libres entre elles (non soudées).
- Actinomorphes : elles sont symétriques par rapport à leur centre.
- Uni-carpellées : elles ont chacune un seul carpelle, c'est-à-dire un seul organe femelle contenant l'ovule.

La formule florale est : $\square 4 S + \underline{1 C}$

c)- Fleurs mâles:

Les fleurs mâles quant à elles sont de couleur jaunâtre et forment des grappes dressées très ramifiées.

Caractéristiques :

- Tétramères
- Haplochlamydes
- Dialysépales
- Actinomorphes
- 4 étamines : les étamines sont les pièces qui contiennent le pollen.
- Isostémones : il y a une étamine en face de chaque pièce stérile.

La formule florale est : $\square 4 S + 4 E$



Figure N°9: comparaison des fleurs mâles et femelles chez *Urtica dioïca*

d)- Le fruit, la graine:

Le fruit d'*Urtica dioïca*, dénommé de façon erronée « graine d'ortie » est constitué d'un akène ovale de couleur jaune-brun. Il est entouré d'un calice persistant et de 4 petites feuilles : deux petites feuilles extérieures étroites et deux feuilles intérieures plus grandes, larges et obovales. Il contient une graine unique, albuminée, à embryon droit (Site n°1 2014; Wichtl et Anton 2003; Mor2014).

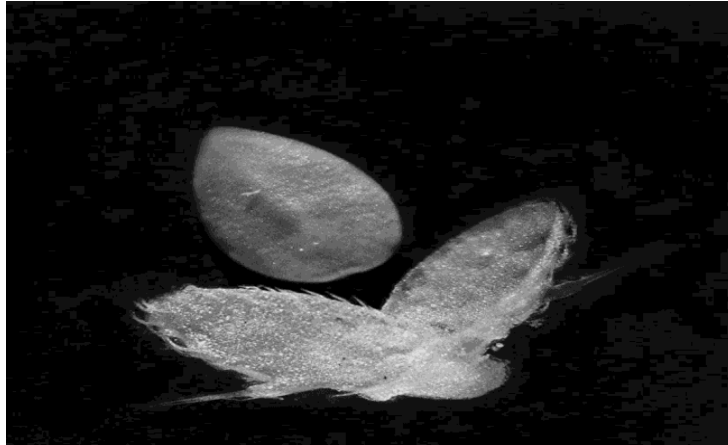


Figure N°10 : fruit *d'urtica dioïca*

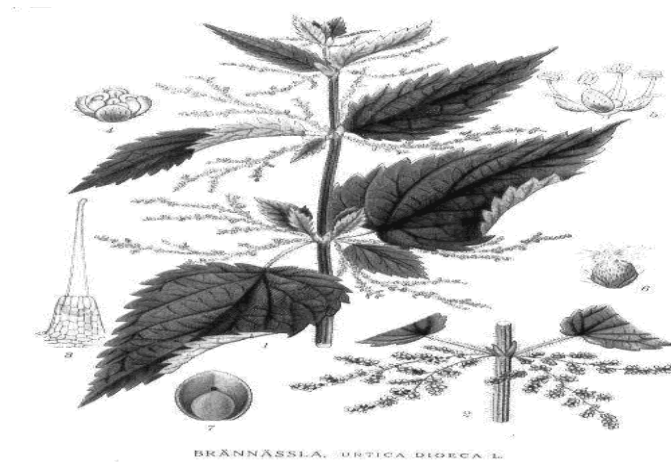


Figure N°11: Planche botanique d'*Urtica dioïca*

2.6- Récolte, cueillette:

Si l'on récolte des orties en pleine nature il y a des lieux qu'il faut éviter. Comme elle fixe les métaux lourds, les pesticides et les nitrates il conviendra d'éviter le bord des routes ou

chemins forestiers, les décharges ou encore les terrains récemment traités (**Moutsie 2002; Bertrand 2010; Gouffier 2010; Tissier 2011; Delvaille 2013**).

Pour les feuilles, la récolte se fera lorsqu'elles sont encore jeunes et tendres, avant que la plante ne fleurisse, « avant l'arrivée des hirondelles » comme le recommandaient les romains, c'est-à-dire au printemps vers mars-avril. Cela permet ainsi de récolter des feuilles plus concentrées en principes actifs (**Bertrand 2010; Tissier 2011**).

Dans le cas de l'usage textile, la récolte se fera en août-septembre avant le dessèchement des tiges qui rendrait l'extraction des fibres plus difficile (**Tissier 2011**).

Les racines se récoltent plutôt en automne fin septembre début octobre, on trouvera ainsi le maximum de nutriments dans celles-ci, la plante se préparant pour l'hiver.

Pour les graines, la récolte se fait avant qu'elles arrivent à maturité quand elles sont encore vertes, par fauchage. Pour cela on coupe les tiges et on les suspend pour les débarrasser des insectes. Quand les tiges deviennent cassantes on les dépose sur un drap et on attend que les graines mûres se détachent d'elles-mêmes du pied mère (**Bertrand 2010; Tissier 2011**).

La grande ortie, vivace a l'avantage de pouvoir se récolter toute l'année et certains hivers doux permettent une consommation quasi continue. Ainsi pour pouvoir bénéficier des jeunes pousses, il suffit de couper régulièrement les parterres d'orties pour avoir des repousses jeunes, tendres et vigoureuses (**Bertrand2010**).

2.7- Utilisation de l'ortie :

2.7.1- Un stimulateur de croissance :

Elle favorise la croissance des petits végétaux, en particulier de ceux qui sont fragiles. Elle stimule la floraison de la plupart des plantes aromatiques, augmente la teneur de certaines plantes en huile essentielle (jusqu'à 80% pour l'angelique) et renforce la vitalité de nombreux fruitiers (notamment les framboisiers, les groseilliers et les fraisiers) et augmente leur rendement (**site n°8 2014; moutsie 2002; bertrand 2010; gouffier 2010; moro buronzo 2011;tissier 2011**).

Des feuilles d'orties placées dans les trous des futures plantations et laissées pendant deux jours avant de planter permettent de donner de la vigueur aux futures plantes notamment les solanacées. Ce procédé appliqué aux plans de tomates et de pommes de terre permet de les protéger du mildiou et des études récentes ont montré une augmentation de rendement de

près de 20 % (**moutsie 2002; bertrand 2010; moro buronzo 2011; tissier 2011**).

2.7.2- Une auxiliaire écologique :

L'ortie peut être considérée comme un véritable agent écologique pour l'environnement : elle recycle et assainit.

Faisant partie des rares plantes pouvant pousser dans les milieux saturés en azote et en fer, elle absorbe l'excès de ces minéraux et le restitue lors de sa décomposition en une forme assimilable pour les autres végétaux. Ainsi le fer minéral des vieilles ferrailles laissées à l'abandon est recyclé (**Moutsie 2002; Bertrand 2010; Tissier2011**).

Elle évite aux nitrates d'être lessivés en transformant l'azote organique des déchets animaux et végétaux, ce qui est peut être une solution pour les problèmes de pollution des sols en Bretagne causés par l'élevage intensif de porcs. En effet B. Bertrand affirme que « l'ortie incorporée dans les fosses à lisier de porcs atténue rapidement les odeurs de celui-ci. Elle accélère son compostage. Une brouette d'orties fraîches hachées par semaine suffit à traiter une fosse de 1000 litres. Quand on connaît les problèmes liés à ces lisiers et leur épandage, on se demande pourquoi l'utilisation de l'ortie, dans ce cas, n'est pas rendue obligatoire. Simple, économique et peu contraignante pour l'agriculteur ; efficace pour le voisinage et l'environnement (**Bertrand 2010; Tissier 2011**).

De plus son système racinaire composé de racines rampantes et ramifiées permet d'améliorer la structure de la terre (**Tissier 2011**).

2.7.3- Un « engrais vert» :

L'ortie quand elle est coupée jeune et enfouie à faible profondeur permet d'améliorer la structure des sols pauvres et secs. Dans l'idéal pour combler au mieux les carences de ce sol il est préférable de prendre des orties venant d'un lieu éloigné plutôt que de prendre celles présentes sur le site (**Tissier 2011**).

2.7.4- L'ortie dans le compost :

Le compostage est un processus biologique de dégradation des déchets organiques à l'air. Cela donne un produit stabilisé, hygiénique, semblable à du terreau que l'on appelle compost qui sera ensuite utilisé comme engrais. L'ortie peut également être incorporée dans le compost pour activer la transformation des déchets organiques en humus et ainsi obtenir un

compost de meilleure qualité (**Moutsie2002; Bertrand2010 ; Moro Buronzo2011 ;Tissier 2011; Delvaille2013**).

2.7.5- Un agent de lutte contre les ravageurs :

Comme il l'a été cité précédemment la coccinelle est un hôte de l'ortie. Cette dernière va venir pondre sur ses feuilles en avril période à laquelle les plantes cultivées se font rares. Les larves ainsi formées trouveront sur l'ortie tous les nuisibles qui composent leur régime alimentaire. Les coccinelles de la génération suivante migreront ensuite sur les plantes cultivées arrivées à maturité qui pourraient à leur tour être envahies par des nuisibles (**Bertrand 2010; Tissier2011**).

2.7.6- Le purin d'ortie :

Cette préparation souvent transmise oralement est connue de longue date par les agriculteurs et les jardiniers soucieux de l'environnement. On l'obtient par fermentation de la plante dans de l'eau. Tout d'abord il faut savoir que le terme « purin » due à l'odeur putride qui s'en dégage n'est pas approprié dans le cas de l'ortie. Le vrai purin se définit comme un déchet liquide produit par les élevages d'animaux domestiques. Le terme exact pour l'ortie «extrait végétal fermenté». Le purin d'ortie ne doit pas être considéré comme un engrais malgré sa richesse en azote puisqu'il ne nourrit pas. Dans le même sens ce n'est ni un insecticide ni un fongicide puisqu'il ne détruit pas. Cet extrait végétal est en fait un éliciteur et un phyto stimulant, il agit comme un répulsif pour les nuisibles et sert à prévenir les maladies. Un éliciteur est une molécule produite par un agent phyto pathogène qui va déclencher des mécanismes de défense chez la plante. C'est un stimulateur des défenses naturelles de la plante (**Moutsie2002;Bertrand,Goulfier,2010;MoroBuronzo ;Tissier2011;Delvaille 2013**).

Chapitre N°3 : Le purin d'ortie

3.1- Généralités et historique :

En 1980. La Suède est le premier pays qui a fait des études sur l'impact de l'ortie et plus spécialement du purin d'ortie sur ses cultures. (MOUSTIE ,2008).

Ces études sont l'œuvre de Rolf Peterson, chercheur Suédois de l'université de Lund (BERTRAND, 2008).

Parmi les dérivés agricoles de l'ortie extrait fermenté connu sous le nom de purin est le plus populaire et le plus anciennement connu, il a ses limites et sa fabrication pourtant simple exige un minimum d'attention. Il doit le nom de purin à l'odeur putride qui s'en dégage résultat d'une putréfaction des orties dans l'eau, or un bon extrait doit être filtrée en fin de fermentation avant que le processus de putréfaction ne se mette en route (BETRAND,2008).

3.2- Fabrication :

3.2.1- Opération de ramassage et de fermentation :

-Ramassage :

- Arrachez les orties avant leur floraison (moi de février, mars).
- Coupez les feuilles et la tige.
- Mettez 3kg de l'ortie dans 30 litres d'eau (l'eau de source) (1kg pour 10 litres d'eau).

-Fermentation :

- Laissez macérer 10 à 15 jours. Il faut brasser le mélange tous les jours.

3.2.2- Filtration et stockage :

Filtrer la macération et diluer le filtrat dans des volumes différents et stocker dans des récipients bien fermé et identifié.

3.3- La composition du purin d'ortie :

Le purin d'ortie contient des différents minéraux en différentes proportions qui sont responsables de ses propriétés fertilisantes.

Tableau N°1: les concentrations des différents minéraux d'un purin d'ortie artisanal classique en ppm (partie par millions) **(BILLOTTE. B et al, 2013).**

| Composants | Concentrations (ppm) |
|-------------------------------------------|----------------------|
| Azote nitrique (No3-) | 5 |
| Azote ammoniacal (NH4+) | 240 |
| Azote organique (acide aminés, protéines) | 350 |
| Azote Total | 595 |
| Phosphate | 20 |
| Potassium | 630 |
| Calcium | 730 |
| Magnésium | 80 |
| Sulfate | <50 |
| Fer | <2,5 |

D'après les concentrations présentées dans le tableau, il apparait que ce purin d'ortie est riche en azote, calcium et potassium ce qui fait de celui-ci un excellent activateur de croissance.

Une plus forte concentration pourrait au contraire inhiber la croissance. Les molécules azotées directement assimilées par les plantes sont NH₄⁺ (ammonium) et NO₃⁺ (nitrate) pour synthétiser des acides aminés **(BILLOTTE. B et al, 2013).**

3.4- Principales propriétés du purin d'ortie :

Le purin d'ortie présente de nombreuses propriétés, Il est utilisé en lutte biologique pour tuer les insectes et comme fertilisant. Il est riche en azote, Fer et potasse **(PETERSON ,1986)**. Utilisé aussi pour lutter contre la chlorose des feuilles et les carences minérales et constitue un engrais et un bon stimulateur de croissance **(MARIO, 2004)**.

En jardinage le compost à base d'ortie favorise la germination et la reprise des jeunes plantes **(BOTINEAU, 2010)**.

Le purin d'ortie permet aussi un meilleur développement des appareils végétatifs et racinaire de la plante comme l'a mis en évidence l'expérience de Rolf Peterson en 1981 sur des cultures de Radis, tomate de blé et d'orge.

De même. Aux Etats-Unis (Wisconsin) des études sur de grandes cultures de Blé et de Mais ont montré également le rôle fertilisant du purin, et les rendements étaient plus importants que ceux d'une culture témoin suite à un meilleur développement de l'appareil racinaire des plantes.

Le purin d'ortie constitue comme un bon fortifiant pour les plantes et stimule la croissance et la résistance naturelle contre les ennemis et les maladies. Il renforce l'immunité des végétaux et permet d'éviter les traitements et les pesticides. **(IKHLEF et MOHAMED, 2017)**.

3.4.1- Répulsif et non insecticide :

Il permet de lutter contre les pucerons verts et noirs, les acariens, les altises, les araignées rouges et les limaces. Il ne tue pas mais empêche la ponte des ravageurs. Il va gêner leur croissance ou au contraire favoriser l'apparition de formes ailées qui migreront loin de la plante traitée **(Gouffier, 2010)**.

Le purin d'ortie est un répulsif naturel contre les pucerons les acariens. Ainsi le purin d'ortie sert également en prévention de certaines maladies. Voici donc quelques recettes et utilisation naturelles du purin d'ortie contre les pucerons et les acariens.

3.4.2- Protection contre les champignons :

Les expériences posent le problème du mécanisme d'action de l'extrait d'ortie dans la lutte des parasites, champignons... **(BILLOTTE. B et al, 2013)**.

Les recherches à ce stade restent très limitées. Cependant, des travaux effectués au Kenya In-vitro en laboratoire ont mis en évidence l'inhibition de la germination des spores (ou conidies) de certains champignons pathogènes tel que le *Fusarium* sp. **(BILLOTTE. B et al, 2013)**.

A noté également la présence des phyto pathogènes qui permettent de renforcer les défenses de la plante. **(BILLOTTE. B et al, 2013)**.

3.5- Bio stimulant :

3.5.1- Définitions :

D'après la définition retenue par l'EBIC (**European Biostimulants Industry Council**) un bio stimulant est un matériel qui contient des microorganismes dont la fonction, quand ils sont appliqués aux plantes, est de stimuler les processus naturels pour améliorer l'absorption des nutriments, l'efficacité des nutriments, la tolérance aux stress abiotique, et la qualité des cultures, indépendamment du contenu en nutriments du bio stimulant. Cette approche inclut une grande gamme de microorganismes. Ceux-ci sont utiles pour la croissance, le rendement, l'assimilation de nutriments et la défense des plantes face à différents stress en déclenchant différents gènes liés à la croissance et la défense, au travers des réseaux de signaux cellulaires (**Beauchamp, 1993**).

Le purin d'ortie doit favoriser le développement des plantes et leur permet également de résister aux rigueurs de l'hiver. Il permet de lutter contre les signes de la chlorose en redonnant un feuillage d'un vert plus brillant et également de lutter contre les carences minérales. Sa richesse en phénols favorise le processus de mélanisation dont les plantes se servent suite à la gèle pour constituer une barrière autour d'impact (**Gouffier, 2010**).

Chapitre N°4 : Matériel et Méthodes

4.1- Objectif d'expérimentation :

Notre travail a pour objectif d'étudier l'impact de 5 concentrations du purin d'ortie à savoir (5%, 10%, 15%, 20% et 25%) sur le comportement d'une variété de tomate "la Marmande".

4.2- Matériel végétale :

L'espèce utilisée durant notre expérimentation est la tomate (*Solanum lycopersicum*), variété Marmande très cultivée en Algérie.

Cette variété présente les caractéristiques suivantes:

- Fixée demi précoce et productive;
- Les fruits sont de forme cylindrique, à couleur rougeâtres;
- Moyennement tolérante à la salinité;
- Bonne aptitude à la fructification.

4.3- Lieu de l'expérience :

L'expérimentation a été réalisé à la station expérimentale du département de biotechnologie et agro-écologie de la faculté SNV de l'université Blida1, dans une serre en polycarbonate dont l'orientation est nord sud, l'aération est assurée par plusieurs fenêtres placées latéralement de part et d'autre de la serre. Des radiateurs sont installés au niveau de la serre pour assurer le chauffage pendant l'hiver.

4.4- Essai de germination et repiquage :

La germination a été réalisé dans des boites de pétri contenant du papier filtre imbibé d'eau et déposées dans une étuve réglée à 25°C. L'eau distillée est ajoutée en cas de dessèchement du papier filtre.



Figure N°12 : Essai de germination des graines de tomate.

Après la germination des grains, un repiquage des jeunes germes en place définitive a été réalisé le **20/02/2022** à raison de deux germes par pot.

Les jeunes plantules sont irriguées jusqu'à l'apparition des deux feuilles cotylédonaires avec l'eau de robinet pendant deux semaines jusqu'au **07/03/2022**.

Le **08/03/2022**, nous avons procédé à l'application des différents traitements du purin d'ortie à raison d'une irrigation tous les 3 jours jusqu'à la fin de l'expérimentation.

4.5- Substrat et conteneurs :

Le substrat utilisé dans notre expérimentation est le sol de notre station expérimentale.

Les conteneurs utilisés dans notre expérimentation sont des pots en plastique, de couleur marron ayant une capacité de 1 litre.

4.6- Dispositif expérimental :

Notre expérimentation a été menée selon un plan à randomisation totale avec un seul facteur étudié (purin d'ortie). Le dispositif expérimental comprend 6 traitements à raison de 5 plantes (observations) par traitement soit au totale 30 plants (Figure 11).

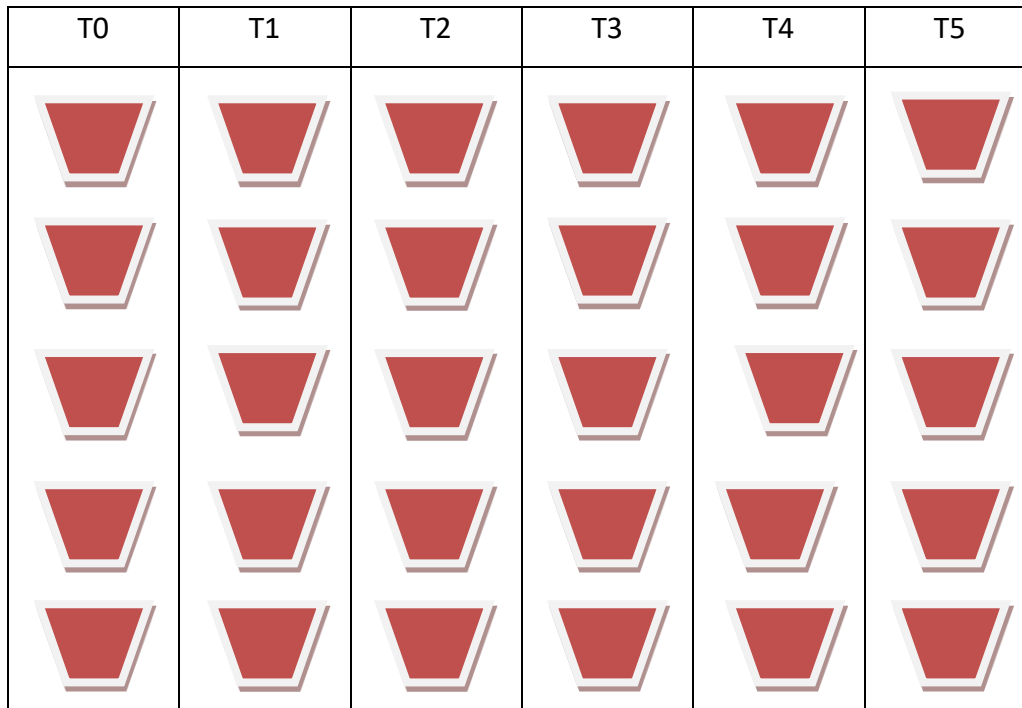


Figure N°13: Schéma du dispositif expérimental.

4.7- Les traitements utilisés :

4.7.1- Préparation du purin d'ortie :

Après la récolte du matériel végétal (*Urtica dioica L.*), nous avons procédé aux étapes suivantes :

a)- Confection du mélange :

La préparation a été effectuée juste après la récolte de l'ortie.

- Triage et lavage de la matière végétale.
- Pesage de 3kg d'ortie fraîche (tiges et feuilles).
- Découpage des feuilles et des tiges pour faciliter la fermentation et la filtration.
- La matière végétale a été mise dans un seau en plastique de 40 litres.
- 30 litres d'eau de source (Source de Blida) ont été ajoutées.



Figure N°14 : Découpage des feuilles et des tiges.

-La préparation a été recouverte à l'abri de la lumière avec une légère ouverture afin de laisser une entrée pour l'air.



Figure N°15 : Un seau en plastique de 40 litres.

b)- Entretien de la préparation de purin d'ortie :

Le seau contenant le mélange préparé a été mis à l'ombre et à l'abri des intempéries, aussi nous avons réalisé un brassage du mélange deux fois par jour pendant 10 minutes pour favoriser l'oxygénation du milieu. Il y a lieu de noter la présence de petites bulles qui remontent à la surface du seau lors du brassage.



Figure N°16 : purin de l'ortie.

La durée de la fermentation dépend de la température extérieure, plus la température est importante, plus la fermentation est rapide.

c)- Filtration :

Lorsque les bulles disparaissent cela signifie que la fermentation est terminée et que le mélange est prêt à être utilisé.



Figure N° 17 : filtration du purin d'ortie.

Il y a lieu de noter que la durée de fermentation a duré 18 jours. Une filtration à l'aide d'une passoire a été effectuée pour éliminer les plus grosses particules.

d)- Préparation des dilutions :

En cours de notre expérimentation, nous avons réalisé les dilutions suivantes : 5%,10%, 15%, 20% et 25% de purin d'ortie avec l'eau de Blida.

4.7.2- Description des différents traitements :

Les différents traitements ayants constitués notre dispositif expérimental sont :

T0 : l'eau de robinet (témoin)

T1 : eau de robinet + purin d'ortie à 5% dont l'irrigation chaque trois jour.

T2 : eau de robinet + purin d'ortie à 10% dont l'irrigation chaque trois jour.

T3 : eau de robinet + purin d'ortie à 15% dont l'irrigation chaque trois jour.

T4 : eau de robinet + purin d'ortie à 20% dont l'irrigation chaque trois jour.

T5 : eau de robinet + purin d'ortie à 25% dont l'irrigation chaque trois jour.

4.8- Paramètres étudiés :

4.8.1- Paramètres de croissance :

- **Hauteur des plantes** : Pour déterminer la vitesse de croissance des plantes, nous avons mesuré périodiquement leurs hauteurs de la base des plants jusqu'à l'apex à l'aide d'une règle graduée. Les hauteurs finales ont été mesurées au moment de la coupe.

- **Nombre de feuilles** : Le nombre de feuilles a été comptabilisé au moment des coupes, pour chaque plant.

- **Biomasse fraîche produite** : Lors des coupe, nous avons pesé séparément les deux parties de la plante (aérienne et souterraine) à l'aide d'une balance, afin d'avoir pour chaque plante le poids frais des deux parties.

- **Biomasse sèche produite** : Après le séchage de la matière fraîche dans une étuve à 70°C jusqu'à stabilité du poids sec, nous avons pesé séparément la partie aérienne et souterraine, afin d'avoir pour chaque plante le poids sec des deux parties.

4.8.2- Paramètres physiologiques :

Un seul paramètre physiologique a été mesuré est la chlorophylle totale on utilisant l'appareil "chlorophotomètre". L'unité de mesure est SPAD.

Chapitre N°5 : Résultats et discussions

5.1-Paramètres de croissances :

5.1.1- Hauteur des plantes (cm) :

Les résultats de la hauteur des plantes sont présentés dans la figure 12 :

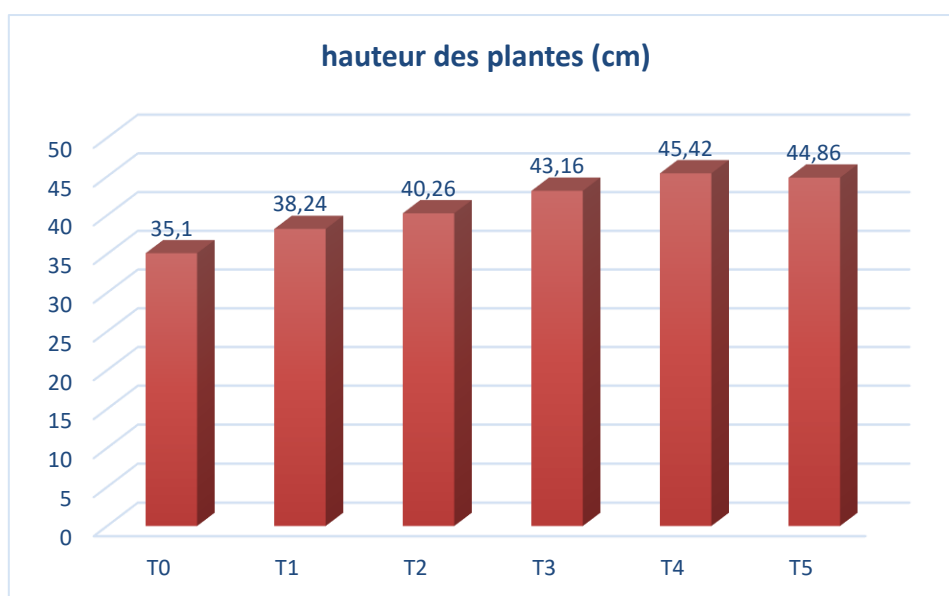


Figure N°18 : Hauteur des plantes (cm).

L'analyse de la variance des résultats montre que l'effet traitement exerce une influence significative sur la croissance en longueur des tiges.

Selon les résultats présentés dans la figure12 nous remarquons que les hauteurs des plants de la tomate sont comprises entre 35,10cm (T0) et 45,42cm (T4).

Les hauteurs des tiges finales les plus longues ont été obtenues par les plants du traitement T4 présentant une moyenne de 45,42cm. Par contre Les hauteurs des tiges les plus courtes ont été obtenues par les plants du traitement (T0) 35,10 cm.

5.1.2- Nombre de feuilles :

Les résultats du nombre de feuilles sont présentés dans la figure 13 :

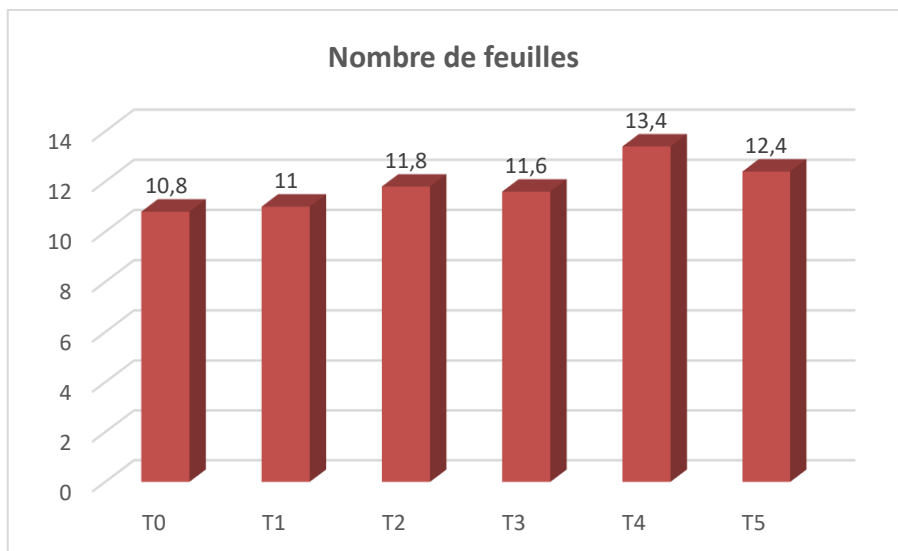


Figure N°19 : Nombre de feuilles.

L'analyse de la variance a révélé une différence non significative des traitements sur le paramètre mesuré, néanmoins il semble que le nombre de feuilles par plants le plus élevé est-ce des plantes irriguées par le traitement T4 (13,4), alors que le nombre de feuilles le plus faible est obtenu par les plants irriguées avec le traitement témoin T0 (10,8).

5.1.3- Poids frais et sec total (g) :

Les résultats de la biomasse fraîche et sèche des plants sont présentés dans les figures 14 et 15 :

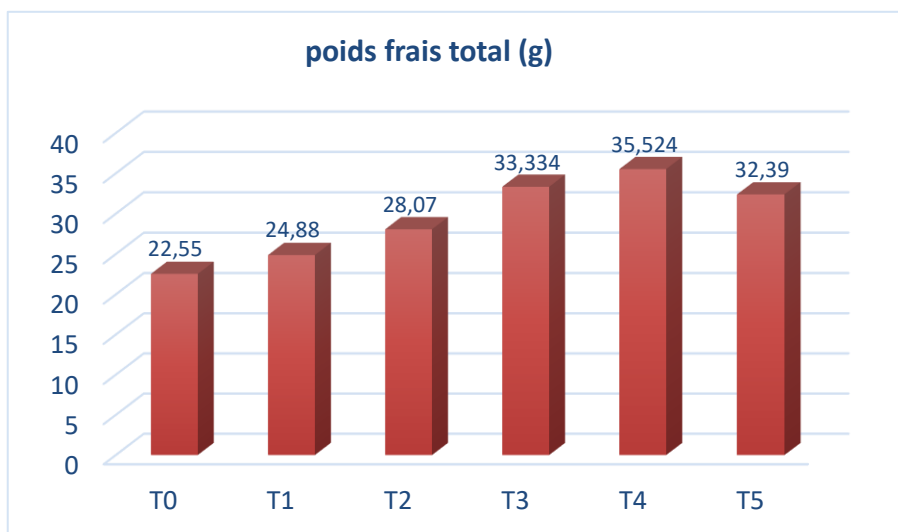


Figure N°20 : Poids frais total (g).

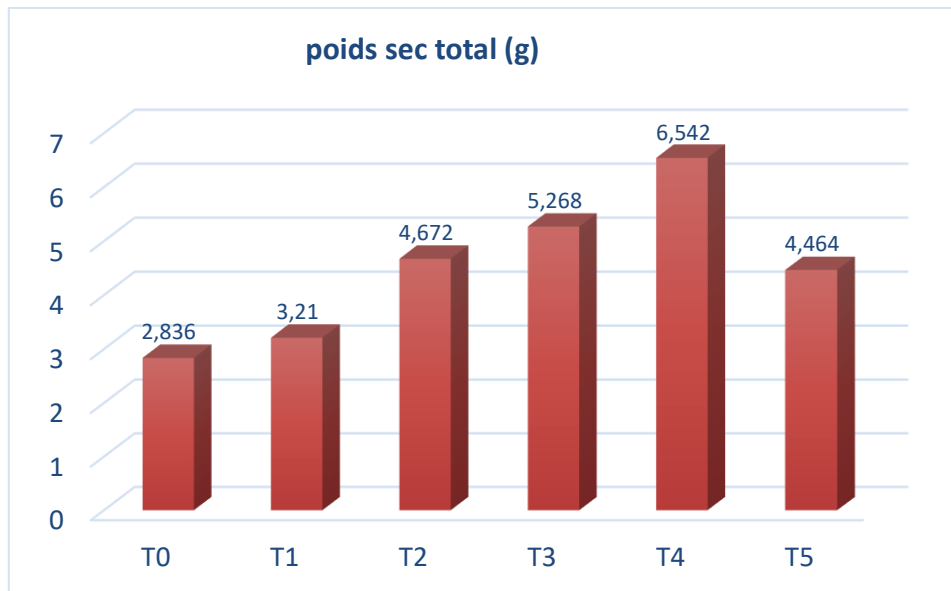


Figure N° 21 : Poids sec total (g).

Les figures 14 et 15 montrent les différentes moyennes mesurées de la biomasse fraîche et sèche des plants de la tomate. Ceci met en évidence l'influence des différents traitements testés sur le paramètre mesuré chez l'espèce.

Le traitement dominant et qui représente la moyennes la plus élevé est mesurées chez les plantes qui ont reçu le traitement (T4) suivi par le traitement (T3),(T2) et le traitement (T1) , De ce fait on peut dire que l'irrigation des plantes par une solution du purin d'ortie tous les trois jours durant tout le cycle de développement a un effet bénéfique sur la croissance des plantes, cela s'explique par la richesse du milieu en éléments nutritifs favorisant le développement des plantes surtout le cas du traitement (T4).

5.1.4- Poids frais et sec des racines (g) :

Les résultats de poids frais et sec des racines sont présentés dans les figures 16 et 17 :

Les figures 16 et 17 indiquent qu'il y a une différence du poids frais et sec des racines. Ceci traduit l'impact des cinq traitements montrant l'importance de l'incorporation du purin utilisé sur ce paramètre. Le meilleur traitement étant le T5 avec une moyenne de (21,23g) ; (2,95g) respectivement, suivi du T4, T3, T2 et T1. Toutefois, le traitement ayant donné le plus faible poids frais et sec est le T0 avec une moyenne de (8,29g) et (1,12g)

respectivement, ce qui indique une teneur en eau moindre au niveau de ce dernier par rapport aux autres traitements

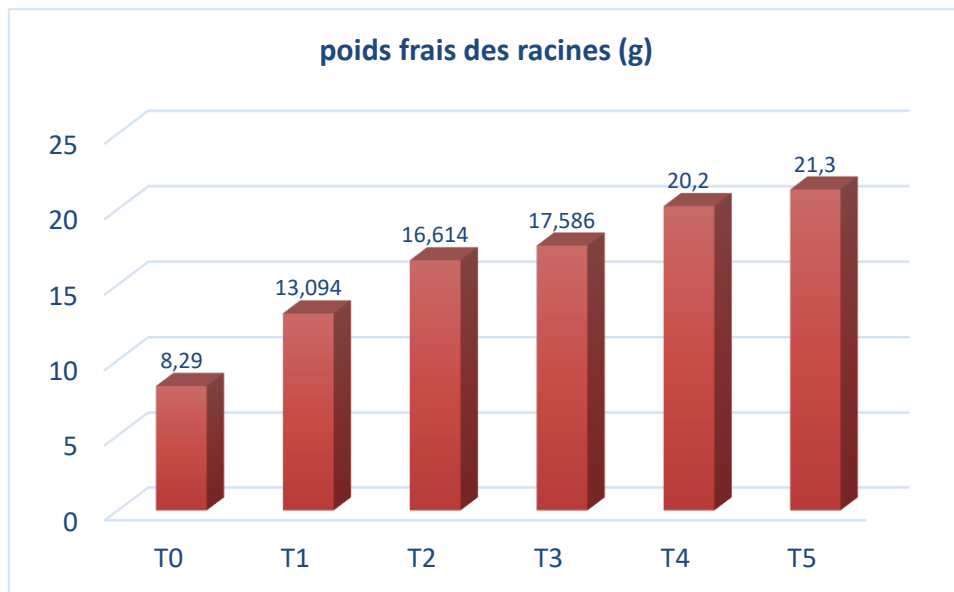


Figure N°22 : Poids frais des racines (g).

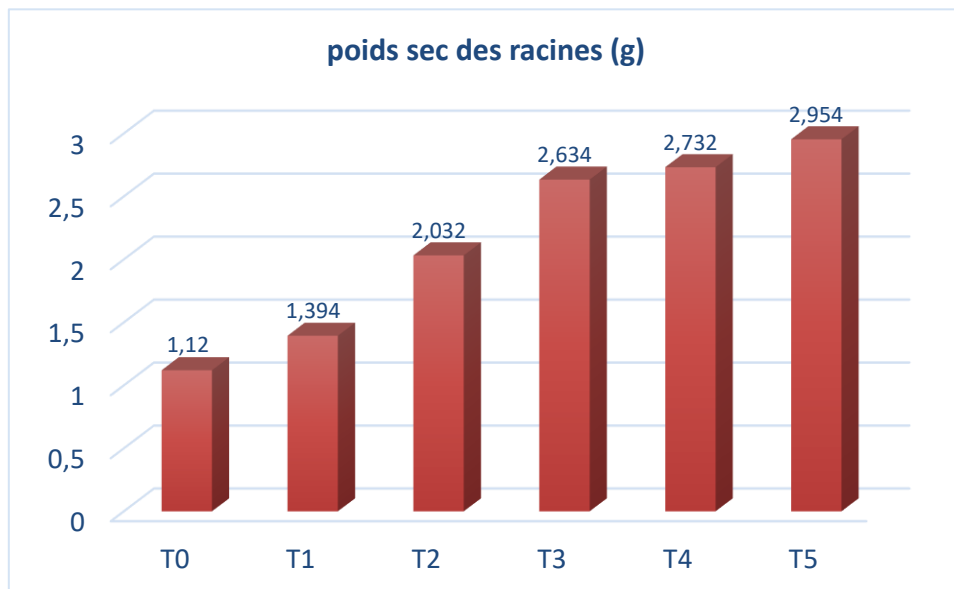


Figure N°23 : Poids sec des racines (g).

5.1.6- Nombre de fleurs :

Les résultats de nombre de fleurs sont présentés dans la figure 18 :

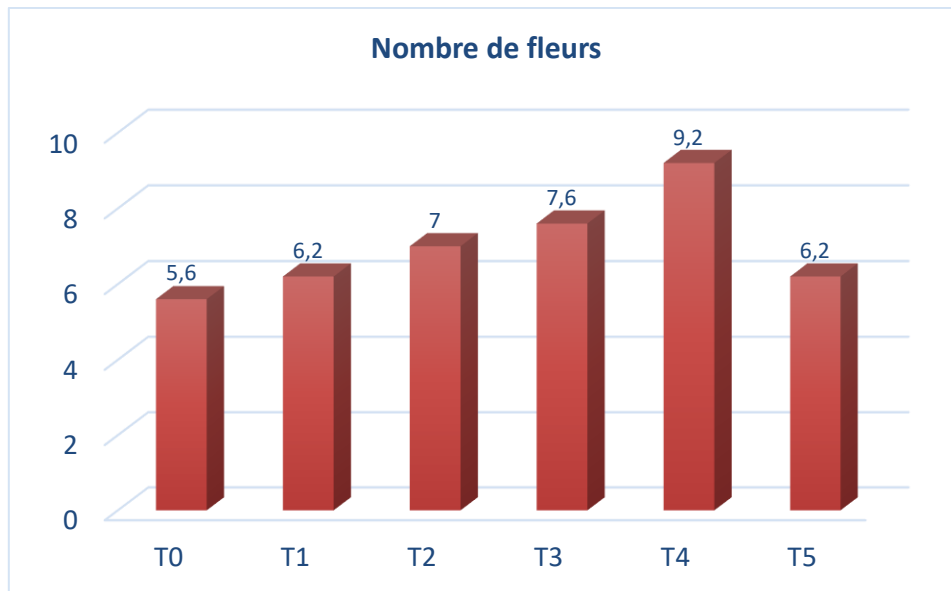


Figure N°24 : Nombre de fleurs

L'analyse de la variance fait apparaître une différence hautement significative pour le paramètre nombre de fleurs par plant pour l'espèce. Ceci traduit l'action positive des traitements appliqués sur la culture en ce qui concerne le paramètre étudié.

Le test de Newman et Keuls, indique l'existence de trois groupes homogènes chez l'espèce, et détermine les meilleures moyennes. Il en découle que la moyenne de nombre de fleurs par plant pour le T0 gardant toujours la plus petite valeur (5,6) et le T4 la plus élevée (9,2). Cependant, le nombre de fleurs /plant de T1, T5, T2 et T3 respectivement reste plus élevé que celui de T0. Ce fait, démontre que le purin améliore la floraison de la tomate.

5.1.7-Teneur en chlorophylle totale :

Les résultats de la teneur en chlorophylle totale sont présentés dans la figure 19 :

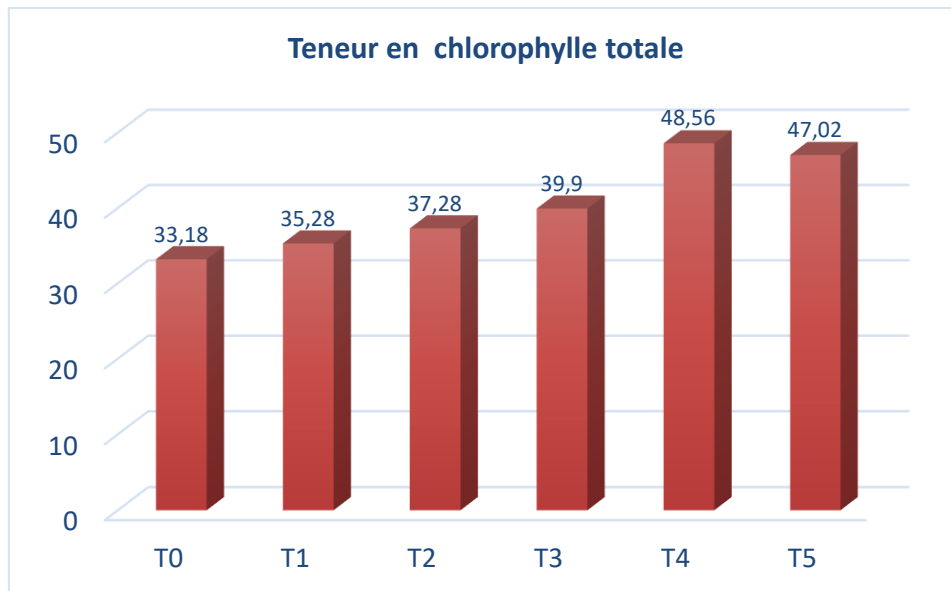


Figure N° 25 : Teneur en chlorophylle totale.

L'analyse de la variance des résultats montre que l'effet traitement exerce une influence significative sur la croissance en longueur des tiges.

L'évolution de la teneur en chlorophylle totale montre que l'espèce étudiée répond aux différents traitements utilisés.

Les résultats obtenus montrent que les plantes irriguées par l'eau T0 manifestent une régression de la teneur en chlorophylle chez l'espèce étudié par rapport aux autres traitements. En revanche, à partir du traitement T1 ces plantes ont connu une augmentation de la quantité de chlorophylle, jusqu'à traitement, T4, où on a enregistré les meilleurs moyens.

Conclusion :

Notre étude vise à évaluer et de comparer l'effet de différentes concentrations d'un produit à base d'un bio fertilisant d'origine végétale : le purin d'ortie (*Urtica dioica* L.) sur les paramètres morphologiques, physiologiques et nutritionnels d'une espèce horticole, la tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill).

La présente étude conclut que l'application d'un bio fertilisant liquide à base de purin d'ortie sur la tomate enregistre des effets remarquables sur les paramètres morphologiques et physiologiques mesurés et conduit vers une synthèse appréciable et une accumulation notable des teneurs en chlorophylle. Il ressort de cette étude que les augmentations des concentrations du purin d'ortie réalisées (5%,10%,15%,20% et 25%) ont considérablement influencé significativement et d'une manière positive les paramètres mesurés à savoir la hauteur des plants, le nombre de feuilles, la biomasse fraîche et sèche de la partie aérienne et racinaire ainsi que le nombre de fleurs, Ceci est du vraisemblablement à la richesse de purin d'ortie en éléments fertilisants et donc, à sa vertu d'améliorer la nutrition minérale des plantes cultivées, la tomate entre autres.

En fin, ces résultats seront d'un apport important pour participer à une meilleure conduite des cultures maraichères biologiques et minimiser le maximum l'utilisation des pesticides et des engrais chimiques.

Références bibliographiques

Urtica dioica L., 1753 - Ortie dioïque, Grande ortie » [[archive](#)], sur *Inventaire National du Patrimoine Naturel* (consulté le 6 novembre 2019).

Agrodok 17 - La culture des tomates : production, transformation et commercialisation

Beloued A. (2001) Plantes médicinales d'Algérie. Office des publications universitaires. Alger. Pp: 124.

BILLOTTE. B et al, 2013.2014, La Multi Valorisation de l'ortie, Université de LORRAINE, ENSAIA. 35p. <http://ensaia.univ-lorraine.fr/telechargements/ortie.pdf>

Botineau, M. 2010. *Botanique systématique et appliquée des plantes à fleurs*. TEC and DOC Lavoisier, Paris.

BOUABIDA. Z, Action du purin d'ortie *Urtica dioica* sur le potentiel de germination des graines de tomate, Université de Blida -1-, 2019\2020. <https://di.univ-blida.dz/xmlui/handle/123456789/7319>

Bouklachi. S et Sidi Moussa. A, Influence de plusieurs doses d'un purin d'ortie (*Urtica dioica* L.) sur le développement morphologique et le rendement d'une culture de légumes bulbifères cas de l'Ail (*Allium Sativum* L.) et d'Oignon (*Allium cepa* L.), Université Blida -1-, Juin 2019. <https://di.univ-blida.dz/jspui/bitstream/123456789/10513/1/89%20M.BV.pdf>

Burnie, et Al. (2013). *Botanica: Encyclopédie de botanique et d'horticulture*, plus de 10 000 plantes du monde entier, HF Ullmann Editions.

Couplan, F. 2013. *Remèdes et recettes à l'ortie*. Rustica Editions, Paris.

Delville, A. 2013. *Toutes les vertus d'un produit miracle: l'ortie*. Artemis. Losange.

FAO, 2013- Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture.

FAO. 2007. FAOSTAT agriculture production database. (accesed 11.07).

Fleurentin, J. 2008. *Plantes médicinales: traditions et thérapeutique*. Ouest France. Beau livre.

Giovanelli G, Paradise A.2002. Stability of dried and intermediate moisture tomato pulp during storage. *Journal of agriculture and food chemistry* 50. 7277-7281.

Giove RM, et Abis S., 2004. Places de la méditerranée dans la production mondiale des fruits et légumes. Les notes d'analyses de CIHEAM.23.

Gouffier, G. 2010. *L'ortie: Culture et usages*. Rustica. La vie en vert. France: fleuruseeditions.

<http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>

IKHLEF. Y et MOHAMED. M, Effet bio-insecticide de l'extrait hydro-alcoolique de la menthe et le purin de l'ortie in vivo sur la mineuse de tomate Tuta absoluta, Université de Mostaganem, Juin 2017.

Langlade, V. « L'Ortie dioïque, *Urtica dioïca*, L. » Thèse de docteur en pharmacie, Université de Nantes 2010.

Lerbet, B. 2011. « L'ortie ».

Moro Buronzo, A. 2011. Les incroyables vertus de l'ortie. Jouvence. Alimentation santé.

Moutsie. 2002. *L'ortie: une amie qui vous veut du bien*. Utovie éd.

sekhouna, djamila 2016 . utilisation des bioengrais a base de quelques algues marines pour l'amélioration des productions vegetales cas de la tomate.

septembre 2020.

Shankara Naika, Joep van Lidt de Jeude ,Marja de Goffau ,Martin Hilmi ,Barbara van Dam.

shankara,naika.,joep,van., lidt,de jeude., marja,de goffau., Martin,hilmi.,barbara,van dam.,2005.la culture de la tomate production, transformation et commercialisation.

Snoussi S.A., 2010- Etude de base sur la tomate en Algérie. Rapport de mission programme régional de gestion intégrée des ravageurs pour le Proche-Orient. Rome,

Swerdlow, J. 2000. *Nature et médecine: Les plantes qui guérissent*. National Geographic.

Tissier, Y. 2011. *Les vertus de l'Ortie*. Tredaniel. Le Courrier du Livre. France

Wichtl M., et R. Anton. 2003. *Plantes thérapeutiques: Tradition, pratique officinale, science et thérapeutique*. TEC & DOC Lavoisier.

Wilcox, J. K., Catignani, G. L. and Lazarus, S., 2003. Tomatoes and cardiovascular health. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 43 :451-463.

Annexe N°1 A : Paramètres de croissance

1- Hauteur des plantes (cm) :

Tableau N° 1: Hauteur des plantes en (cm).

| T0 | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 35,1 | 38,24 | 40,26 | 43,16 | 45,42 | 44,86 |
| ± | ± | ± | ± | ± | ± |
| 1,14 | 1,23 | 1,37 | 5,09 | 1,06 | 2,49 |
| B | AB | AB | A | A | C |

2- Nombre des feuilles :

Tableau N°2 : Nombre des feuilles.

| T0 | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 10,80 | 11,00 | 11,80 | 11,60 | 13,40 | 12,40 |
| ± | ± | ± | ± | ± | ± |
| 0,45 | 1,22 | 0,84 | 1,14 | 0,55 | 0,89 |
| A | A | A | A | A | A |

3- Poids frais des plants (g) :

Tableau N° 3: Poids frais des plants (g).

| T0 | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 |
|-------|-------|-------|--------|--------|-------|
| 22,55 | 24,88 | 28,07 | 33,334 | 35,524 | 32,39 |
| ± | ± | ± | ± | ± | ± |
| 5,23 | 1,97 | 0,73 | 2,23 | 9,35 | 3,45 |
| A | A | A | A | A | A |

4- Poids sec des plants (g) :

Tableau N° 4: Poids sec des plants (g).

| T0 | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 |
|------|------|------|------|------|------|
| 1,12 | 1,39 | 2,03 | 2,63 | 2,73 | 2,95 |
| ± | ± | ± | ± | ± | ± |
| 0,23 | 0,35 | 0,23 | 0,87 | 1,18 | 1,38 |
| C | C | B | AB | A | B |

5-Poids frais des racines (g) :

Tableau N° 5: Poids frais des racines(g).

| T0 | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 8,29 | 13,09 | 16,61 | 17,59 | 20,20 | 21,30 |
| ± | ± | ± | ± | ± | ± |
| 1,81 | 1,60 | 1,47 | 4,29 | 5,69 | 2,91 |
| AB | AB | AB | AB | A | A |

6-Poids sec des racines (g) :

Tableau N° 6: Poids sec des racines (g).

| T0 | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 |
|------|------|------|------|------|------|
| 1,12 | 1,39 | 2,03 | 2,63 | 2,73 | 2,95 |
| ± | ± | ± | ± | ± | ± |
| 0,23 | 0,35 | 0,23 | 0,87 | 1,18 | 1,38 |
| A | A | A | A | A | A |

7- Nombre des fleurs par plante

Tableau N°7 : Nombre des fleurs.

| T0 | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 |
|------|------|------|------|------|------|
| 5,60 | 6,20 | 7,00 | 7,60 | 9,20 | 6,20 |
| ± | ± | ± | ± | ± | ± |
| 0,89 | 0,84 | 0,71 | 1,14 | 0,84 | 0,84 |
| AB | B | AB | AB | A | B |

8- Teneur en chlorophylle totale

Tableau N° 8: Teneur en chlorophylle totale

| T0 | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 |
|-------|-------|-------|------|-------|-------|
| 33,18 | 35,28 | 37,28 | 39,9 | 48,56 | 47,02 |
| ± | ± | ± | ± | ± | ± |
| 0,76 | 0,82 | 1,16 | 1,45 | 0,87 | 1,31 |
| D | C | BC | B | A | A |

Annexe N°01 B: Paramètres de croissance

1-Hauteur des plantes (cm):

Tableau N°1 : hauteur des plantes en (cm).

| Source | DDL | Somme des carrées | Moyennes des carrées | f | pr>f |
|----------------|-----|-------------------|----------------------|---------|----------|
| Modèle | 9 | 3608.5835 | 400.9537 | 64.3244 | < 0,0001 |
| Erreur | 20 | 124.6662 | 6.2333 | | |
| Total corrigée | 29 | 3733.2497 | | | |

2- Nombre des feuilles:

Tableau N°2 : Nombre des feuilles.

| Source | DDL | Somme des carrées | Moyennes des carrées | f | pr>f |
|----------------|-----|-------------------|----------------------|--------|--------|
| Modèle | 9 | 26.2167 | 2.9130 | 3.6526 | 0.0076 |
| erreur | 20 | 15.9500 | 0.7975 | | |
| Total corrigée | 29 | 42.1667 | | | |

3- Poids frais des plants (g):

Tableau N°3 : Poids frais des plants (g).

| Source | DDL | Somme des carrées | Moyennes des carrées | f | pr>f |
|----------------|-----|-------------------|----------------------|--------|--------|
| Modèle | 9 | 702.3853 | 78.0428 | 3.1399 | 0.0158 |
| Erreur | 20 | 497.1100 | 24.8555 | | |
| Total corrigée | 29 | 1199.4953 | | | |

4- Poids sec des plants (g):

Tableau N°4 : poids sec des plants (g).

| Source | DDL | Somme des carrées | Moyennes des carrées | f | pr>f |
|----------------|-----|-------------------|----------------------|---------|----------|
| Modèle | 9 | 46.7194 | 5.1910 | 23.5276 | < 0,0001 |
| Erreur | 20 | 4.4127 | 0.2206 | | |
| Total corrigée | 29 | 51.1321 | | | |

5-poids frais racines :

Tableau N°5: poids frais racines (g).

| Source | DDL | Somme des carrées | Moyennes des carrées | f | pr>f |
|----------------|-----|-------------------|----------------------|--------|--------|
| Modèle | 9 | 598.6736 | 66.5193 | 5.2800 | 0.0010 |
| Erreur | 20 | 251.9650 | 12.5982 | | |
| Total corrigée | 29 | 850.6386 | | | |

6- poids sec racines :

Tableau N°6 : poids sec racines (g).

| Source | DDL | Somme des carrées | Moyennes des carrées | f | pr>f |
|----------------|-----|-------------------|----------------------|--------|--------|
| Modèle | 9 | 14.6209 | 1.6245 | 1.9263 | 0.1065 |
| Erreur | 20 | 16.8670 | 0.8434 | | |
| Total corrigée | 29 | 31.4879 | | | |

7- nombre de fleur :

Tableau N°7: Nombre de fleurs.

| Source | DDL | Somme des carrées | Moyennes des carrées | f | pr>f |
|----------------|-----|-------------------|----------------------|--------|--------|
| Modèle | 9 | 46.4500 | 5.1611 | 7.1106 | 0.0001 |
| Erreur | 20 | 14.5167 | 0.7258 | | |
| Total corrigée | 29 | 60.9667 | | | |

8-Teneur en chlorophylle totale :

Tableau N°8 : Teneur en de chlorophylle totale.

| Source | DDL | Somme des carrées | Moyennes des carrées | f | pr>f |
|----------------|-----|-------------------|----------------------|----------|----------|
| Modèle | 9 | 999.4195 | 111.0466 | 101.4580 | < 0,0001 |
| Erreur | 20 | 21.8902 | 1.0945 | | |
| Total corrigée | 29 | 1021.3097 | | | |