



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur
Et de la Recherche Scientifique
Université de Blida -1-
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département de Biotechnologie



Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du
Diplôme de Master Académique en Sciences de la Nature et de la Vie



Laboratoire de Biotechnologie des
Productions Végétales

Spécialité Phytopharmacie et Protection des Végétaux

**Action du purin d'ortie *Urtica dioica* sur le potentiel de germination
des graines de tomate.**

Présenté par : Bouabida Zina Djihene

Devant le jury composé de :

M ^{me} REMINI	Louiza	M.C.B	U. Blida 1	Présidente de jury
M ^{me} BABA-AISSA	Karima	M.A.A	U. Blida 1	Promotrice
M ^{me} ALLAL	Lila	Professeur	U. Blida 1	Examinatrice

Année Universitaire 2019/2020

REMERCIEMENTS

Tout d'abord, je remercie ALLAH le tout puissant de m'avoir donné la santé la patience, la puissance et la volonté pour réaliser ce mémoire.

Ce travail ne serait pas aussi riche et n'aurait pas pu voir le jour sans l'aide et l'encadrement de **Mme BABA AISSA. K.**

Je la remercie pour la qualité de son encadrement exceptionnel, pour sa patience, sa rigueur et sa disponibilité durant ma préparation de ce mémoire de master. Ce travail témoigne de sa confiance et de son soutien dans les moments les plus difficiles. Qu'elle trouve ici l'expression de ma reconnaissance et de mon respect.

Mes vifs remerciements vont au Docteur **REMINI. L.** d'avoir accepté de présider le jury de ma soutenance.

Je suis également reconnaissante au professeur **ALLAL. L.** d'avoir accepté d'examiner ce travail.

Un grand merci au chef d'unité du Parc National de Chréa pour son aide à faire l'échantillonnage.

Je remercie mon époux Hamza ma belle-sœur Imene et mon beau-frère Sofiane qui mon ont aidé à réaliser ce travail.

Mes remerciements s'adressent également à tous mes Professeurs pour leur générosité et la grande patience dont ils ont su faire preuve malgré leurs charges académiques et professionnelles.

Mes sentiments de reconnaissance et mes remerciements vont à toute personne qui a participé de près ou de loin dans la réalisation de ce travail.

Merci à tous....

DÉDICACE

Avant tout c'est grâce à Allah je suis arrivé à ce Stade

Je dédie ce modeste travail a :

A mes chers parents

Grâce à leurs tendres encouragements et leurs grands sacrifices, ils ont pu créer le climat affectueux et propice à la poursuite de mes études. Aucune dédicace ne pourrait exprimer mon respect, ma considération et mes profonds sentiments envers eux. Que dieu leur procure bonne santé et longue vie.

A ma très chère sœur et mes frères Amira, Abdelraouf et Issam.

A mon époux Hamza et mes beaux-parents, à mes belles sœurs Imene et Hasnaa, à mon beau-frère Imed.

A mes très chères Amis Amina, Nihal et Fadhila.

A toute mes familles, proches ou éloignées.

Et à tous ceux que ma réussite leur tient à cœur.

RÉSUMÉ

Action du purin d'ortie *Urtica dioica* sur le potentiel de germination des graines de tomate.

La présente étude a pour objectif de proposer des solutions alternatives basées sur l'utilisation de produits naturels « biostimulant d'origine végétale » dans le but de diminuer l'utilisation des engrais chimiques. Certaines plantes adventices sont actuellement testées pour renforcer la productivité culturale des agriculteurs. C'est le cas de l'ortie qui est une plante riche en vitamines et minéraux et pourvue de nombreuses vertus médicinales.

Dans ce contexte, nous avons évalué *in vitro* et *in vivo* l'effet du purin de l'ortie (*Urtica dioica*) et d'un stimulant chimique sur le pouvoir germinatif des graines de tomate *Lycopersicon esculentum* Mill., qui occupe une place très importante dans la production et la consommation en Algérie.

Pour répondre à cet objectif, une macération de l'ortie collecté du parc national de Chréa (Blida) a été réalisée et testée à différentes doses D1 pure, D2 faiblement dilué (25%) et D3 moyennement dilué (50%) en comparaison à la dose homologuée (DH) afin d'évaluer dans le temps (5, 10 et 15 jours) son effet sur la germination des graines de deux variétés de tomate Zahra et Dawson.

Les résultats obtenus nous incitent à déduire que les graines de la variété Zahra ont une bonne faculté germinative contrairement aux graines de la variété Dawson. De plus, les analyses statistiques ont confirmé l'existence d'une différence très hautement significative entre les paramètres traités (**P=0,000, P=0.007** avec $p < 5\%$) et ont confirmé que plus la concentration en purin d'ortie est grande, moins est la capacité de germination des graines de tomate. Ainsi, pour les deux essais (*in vitro* et *in vivo*) et durant tout le suivi, la dose moyennement diluée (D3) se révèle la plus efficace par rapport aux autres doses (D1, D2) et à la (DH), et présente un effet allélopathique positif en stimulant la germination des graines et en favorisant la croissance racinaire. Cette efficacité est respectivement traduite par des valeurs élevées au 15^{ème} jour (**in vitro** : TG=92%, LR=2cm ; **in vivo** : TG=77,77%, LR=3,2cm).

Mots clés : Biostimulant, germination, graines de tomate, purin d'ortie, stimulant chimique.

ABSTRACT

Action of nettle manure *Urtica dioica* on the germination potential of tomato seeds.

The objective of this study is to propose alternative solutions based on the use of natural "biostimulant of plant origin" products in order to reduce the use of chemical fertilizers. Certain weeds are currently being tested to enhance the crop productivity of farmers. This is the case with nettle which is a plant rich in vitamins and minerals and endowed with many medicinal properties.

In this context, we evaluated *in vitro* and *in vivo* the effect of nettle manure (*Urtica dioica*) and a chemical stimulant on the germination power of tomato seeds *Lycopersicon esculentum* Mill., which occupies a very important place in production and consumption in Algeria.

To meet this objective, a maceration of nettle collected from the Chr ea region (Blida) was carried out and tested at different doses D1 pure, D2 weakly diluted (25%) and D3 moderately diluted (50%) compared to the approved dose (DH) in order to evaluate over time (5, 10 and 15 days) its effect on the germination of Zahra and Dawson tomato seeds.

The results obtained lead us to deduce that the seeds of the Zahra variety have good germination capacity, unlike the seeds of the Dawson variety. In addition, statistical analyzes confirmed the existence of a very highly significant difference between the treated parameters ($P = 0.000$, $P = 0.007$ with $p < 5\%$) and confirmed that the greater the concentration of nettle manure, the less the germination capacity of tomato seeds. Thus, for the two tests (*in vitro* and *in vivo*) and throughout the follow-up, the moderately diluted dose (D3) proves to be the most effective compared to the other doses (D1, D2) and to the (DH), and presents a positive allelopathic effect by stimulating seed germination and promoting root growth. This efficacy is respectively reflected by high values on the 15th day (**in vitro**: TG = 92%, LR = 2cm; **in vivo**: TG = 77, 77%, LR = 3,2cm).

Key words: Biostimulant, germination, nettle manure, tomato seeds, chemical stimulant.

ملخص

تأثير سماد نبات القراص *Urtica dioica* على إمكانية إنبات بذور الطماطم.

الهدف من هذه الدراسة هو اقتراح حلول بديلة تعتمد على استخدام منتجات "محفز حيوي طبيعي من أصل نباتي" من أجل تقليل استخدام الأسمدة الكيماوية. يتم حاليًا اختبار بعض الأعشاب الضارة لتعزيز إنتاجية المحاصيل للمزارعين. هذه هي حالة نبات القراص وهو نبات غني بالفيتامينات والمعادن وله العديد من الخصائص الطبية.

في هذا السياق، قمنا بتقييم تأثير روث نبات القراص (*Urtica dioica*) والمنبه الكيميائي على قوة إنبات بذور الطماطم *Lycopersicon esculentum* Mill، والتي تحتل مكانًا مهمًا للغاية في الإنتاج والاستهلاك في الجزائر.

لتحقيق هذا الهدف، تم إجراء تعطين نبات القراص الذي تم جمعه من منطقة Chréa (البلدية) واختباره بجرعات مختلفة D1 نقي، D2 مخفف بشكل ضعيف (25%) و D3 مخفف بشكل معتدل (50%) مقارنة بالجرعة المعتمدة (DH) لتقييم تأثيرها بمرور الوقت (5 و 10 و 15 يومًا) على إنبات بذور طماطم زهرة وداوسون.

تقودنا النتائج التي تم الحصول عليها إلى أن بذور صنف الزهراء لها قدرة إنبات جيدة، على عكس بذور صنف داوسون. بالإضافة إلى ذلك، أكدت التحليلات الإحصائية وجود فروق ذات دلالة إحصائية قوية للغاية بين المعلمات المعالجة ($P = 0.007$ ، $P = 0.000$) مع $p > 0.05$) وأكدت أنه كلما زاد تركيز سماد نبات القراص، انخفضت قدرة إنبات بذور الطماطم. وبالنسبة للاختبارين (في المختبر وفي التربة) وطوال فترة المتابعة، أثبتت الجرعة المخففة بشكل معتدل (D3) أنها الأكثر فعالية مقارنة بالجرعات الأخرى (D1، D2) و (DH)، ويعرض تأثير البيولوجي إيجابي من خلال تحفيز إنبات البذور وتعزيز نمو الجذور. تنعكس هذه الفعالية على التوالي من خلال القيم العالية في اليوم الخامس عشر (في المختبر: LR=2cm،TG=92%؛ في التربة: LR=3,2cm،TG=77,77%).

الكلمات الأساسية: محفز حيوي، إنبات، سماد نبات القراص، بذور الطماطم، منبه كيميائي.

LISTE DES FIGURES

Figure 01 : Description de la tomate	06
Figure 02 : Germination des graines	12
Figure 03 : Courbe théorique des étapes de la germination d'une semence	14
Figure 04 : Action des biostimulants sur la plante	15
Figure 05 : Plante de l'ortie <i>Urtica dioica</i>	18
Figure 06 : Carte de localisation régionale du Parc National de Chréa	21
Figure 07 : Diagramme ombrothermique de la région de Blida	22
Figure 08 : Climagramme d'Emberger de la région de Blida	23
Figure 09 : Site de récolte de l'ortie	24
Figure 10 : Image satellite du Parc National de Chréa	25
Figure 11 : Matériel végétal <i>Urtica dioica</i>	25
Figure 12 : Étapes de préparation du purin d'ortie	26
Figure 13 : Variétés des graines de tomate	26
Figure 14 : Traitements biologiques du purin d'ortie	27
Figure 15 : Traitement chimique	27
Figure 16 : Schéma du dispositif expérimental	28
Figure 17 : Imbibition des graines	29
Figure 18 : Répartition des graines dans les boîtes	29
Figure 19 : Germination des graines in vitro	30
Figure 20 : Semis des graines de tomate in vivo	30
Figure 21 : Schéma du dispositif expérimental.	31
Figure 22 : Estimation de la longueur des racines in vivo	31
Figure 23 : Estimation temporelle de l'effet dose sur le taux de germination des graines.	35
Figure 24 : Effet dose sur la vitesse de germination des graines.	35
Figure 25 : Estimation temporelle de l'effet dose sur la longueur des racines.	36
Figure 26 : Analyse de la variance du taux de germination des graines en fonction du Temps (a) et des Doses (b).	37
Figure 27 : Analyse de la variance de la vitesse de germination des graines en fonction des Doses.	38

Figure 28 : Analyse de la variance de la longueur des racines des graines en fonction du Temps (a) et des Doses (b).	39
Figure 29 : Estimation temporelle de l'effet dose sur le taux de germination des graines.	40
Figure 30 : Effet dose sur la vitesse de germination des graines.	41
Figure 31 : Estimation temporelle de l'effet dose sur la longueur des racines	42
Figure 32 : Analyse de la variance du taux de germination des graines en fonction du Temps (a) et des Doses (b).	43
Figure 33 : Analyse de la variance de la vitesse de germination des graines en fonction des Doses.	44
Figure 34 : Analyse de la variance de la longueur des racines des graines en fonction du Temps (a) et des Doses (b).	45

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 01 : Données climatiques de la région de Blida	22
Tableau 02 : Analyse de la variance du taux de germination par rapport au temps et aux doses appliquées.	37
Tableau 03 : Analyse de la variance de la vitesse de germination par rapport aux doses appliquées.	38
Tableau 04 : Analyse de la variance de la longueur des racines par rapport au temps et aux doses appliquées.	39
Tableau 05 : Analyse de la variance du taux de germination par rapport au temps et aux doses appliquées.	42
Tableau 06 : Analyse de la variance de la vitesse de germination par rapport aux doses appliquées.	43
Tableau 07 : Analyse de la variance de la longueur des racines par rapport au temps et aux doses appliquées.	44

LISTE DES ABRÉVIATIONS

% : Pourcentage

°C : Degré Celsius

G : Gramme

L : Litre

MI : Millilitre

Cm : Centimètre

GLM : Modèle général linéaire

TG : Taux de germination

LG : Longueur des racines

VG : Vitesse de germination

D1 : Dose pure du purin d'ortie

D2 : Dose faiblement diluée à 25% de purin d'ortie

D3 : Dose moyennement diluée à 50% de purin d'ortie

DH : Dose homologuée du produit chimique

T : Témoin (l'eau de robinet)

PNC : Parc National de Chréa

SOMMAIRE

Remerciements	
Dédicaces	
Résumé	
Abstract	
ملخص	
Liste des Figures	
Liste des Tableaux	
Liste des d'Abréviations	
Sommaire	
Introduction Générale	01
Chapitre I. La tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.)	03
I.1 Généralités	03
I.2 Origine de la tomate	03
I.3 Classification de la tomate	03
I.3.1 Classification botanique	04
I.3.2 Classification génétique	04
I.4 Importance de la culture de tomate	04
I.4.1 Importance économique	04
I.4.2 Intérêt nutritionnel	05
I.5 Caractéristiques morphologiques de la tomate	05
I.5.1 L'appareil végétatif	05
I.5.2 L'appareil reproducteur	06
I.6 Les exigences édapho-climatiques de la tomate	06
I.6.1 Les exigences climatiques	07
I.6.2 Les exigences édaphiques	08
I.6.3 Les exigences nutritionnelles	08
I.7 Le cycle biologique de la tomate	09
I.8 Cultures de tomate	10
I.9 les variétés de la tomate	10
Chapitre II. La germination et les biostimulants	11
II.1 Généralités sur la germination	11
II.1.1 Définition	11
II.1.2 Types de germination	11
II.1.3 Morphologie de la germination	11
II.1.4 Physiologie de la germination	11
II.2 Conditions de la germination	12
II.2.1 Conditions internes de la germination	12
II.2.2 Conditions externes de la germination	12
II.3 Etapes de la germination	13
II.4 Les biostimulants	14
II.4.1 Définition	14
II.4.2 Modes d'actions spécifiques aux biostimulants	15

II.4.3 Rôles des biostimulants	16
II.4.4 Bénéfices agronomiques des biostimulants	16
II.4.5 Les types de biostimulants et de modes d'utilisation	17
II.5 Extraits de plantes (Purin d'ortie)	17
II.5.1 Description de la plante « <i>Urtica dioica</i> »	17
II.5.2 Historique	17
II.5.3 Origine	18
II.5.4 Classification	18
II.5.5 Répartition	19
II.5.6 Propriétés et utilisations	19
II.5.7 Le purin d'ortie	20
II.5.8 Propriétés du purin d'ortie	20
Chapitre III. Matériel et méthode	21
III.1 Présentation de la région d'étude	21
III.1.1 Parc National de Chréa	21
III.1.2 Synthèse climatique	22
III.1.2.1 Diagramme ombrothermique	22
III.1.2.2. Climagramme d'Emberger	23
III.2 Matériel utilisé	24
III.2.1 Matériel de laboratoire	24
III.2.2 Matériel biologique utilisé	24
III.2.2.1 La plante <i>Urtica dioica</i>	24
III.2.2.1.1 Préparation du purin d'ortie	25
III.2.2.2 Les variétés de tomate	26
III.3 Méthodes d'étude	27
III.3.1 Préparation des traitements	27
III.3.1.1 Préparation des traitements biologiques	27
III.3.1.2 Préparation du traitement chimique	27
III.3.2 Application et Dispositif expérimental	28
III.3.2.1 Les tests de germination in vitro	28
III.3.2.1.1 Estimation de l'effet des traitements sur la germination des graines et la longueur des racines	29
III.3.2.2 les tests de germination in vivo	30
III.3.2.2.1 Estimation de l'effet des traitements sur la germination des graines et la longueur des racines	31
III.4 Analyse des données	31
III.4.1 Méthode d'estimation du taux de germination	31
III.4.2 Méthode d'estimation de la vitesse de germination	32
III.4.3 Méthode d'estimation de la longueur radiculaire	
III.4.4 Analyse de la variance	32
Chapitre IV. Résultats	33
IV.1 Essai in vitro	33

IV.1.1 Estimation temporelle de l'effet dose sur le taux de germination des graines	33
IV.1.2 Estimation de l'effet dose sur la vitesse de germination des graines	34
IV.1.3 Estimation temporelle de l'effet dose sur la longueur des racines	35
IV.1.4 Analyses de la variance de l'essai in vitro	36
IV.1.4.1 Analyse de la variance du taux de germination des graines	36
IV.1.4.2 Analyse de la variance de la vitesse de germination des graines	37
IV.1.4.3 Analyse de la variance de la longueur des racines des graines	38
V.2 Essai in vivo	39
IV.2.1 Estimation temporelle de l'effet dose sur le taux de germination des graines	39
IV.2.2 Estimation de l'effet dose sur la vitesse de germination des graines	40
IV.2.3 Estimation temporelle de l'effet dose sur la longueur des racines	40
IV.2.4 Analyses de la variance de l'essai in vivo	41
IV.2.4.1 Analyse de la variance du taux de germination des graines	41
IV.2.4.2 Analyse de la variance de la vitesse de germination des graines	42
IV.2.4.3 Analyse de la variance de la longueur des racines des graines	43
Chapitre V. Discussion	45
Conclusion	48
Références bibliographiques	50

Introduction générale

Face à la croissance démographique galopante et la nécessité d'augmenter les rendements agricoles afin de résoudre les problèmes alimentaires dans le monde, le recours aux nouvelles technologies et à une agriculture utilisant plus de pesticides et plus d'engrais est incontournable. En effet, la fertilisation peut améliorer les rendements de manière spectaculaire.

La Tomate *Lycopersicon esculentum* Mill., appartient à la famille des solanacées. C'est une plante herbacée annuelle ; Originaire du nord-ouest de l'Amérique du sud, très cultivée pour son fruit de formes et de couleurs variées. Dans le monde entier, la Tomate occupe la troisième place dans la production après la pomme de terre et la patate douce, et constitue le deuxième légume le plus consommé **(Chaux, 1994)**.

Il existe plus de 700 variétés cultivées sous serres et en plein champs sur une superficie d'environ 03 million d'hectare, ce qui représente près d'1/3 de la surface mondiale consacrée aux légumes **(Anonyme1, 2007)**.

En Algérie, la production de tomate a atteint 7,9 millions de tonnes en 2012 et a été cultivée sur une surface de 23 500 ha. Elle occupe une place privilégiée dans le secteur maraîcher, et elle est beaucoup plus consommée sous sa forme industrielle **(Ferrero, 2009)**.

En général, les plantes sont plus sensibles aux stades de germination et d'émergence qu'au stade de maturité. Elle est définie comme la somme des événements qui conduisent la graine sèche à germer; elle commence par la prise d'eau et se termine par l'allongement de l'axe embryonnaire. La germination est le passage de la vie latente de la graine à la vie active, sous l'effet de facteurs favorables de l'environnement **(Hopkins, 2003)**.

L'agriculture biologique est un mode 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)**.

L'utilisation des biostimulants permet d'obtenir une bonne faculté germinative. Ils sont connus par la synthèse de métabolites importants qui ont pour fonction d'approuver les processus naturels pour accroître l'absorption et l'efficacité des nutriments, la tolérance aux stress abiotiques et la qualité des récoltes lorsqu'ils sont appliqués aux plantes ou à la rhizosphère (**Lakhdar, 2019**).

La question traditionnellement posée par les producteurs est de savoir, comment répondre aux exigences du consommateur qui s'intéresse de plus en plus aux produits biologiques, et en même temps, atteindre des rendements élevés sans avoir recours aux engrais minéraux.

Afin de répondre à ces exigences et dans la perspective de contribuer à une agriculture durable et respectueuse de l'environnement, notre choix s'est porté sur la valorisation d'une plante médicinale (*Urtica dioica*) poussant à l'état spontané dans l'Atlas Blidéen par l'évaluation de l'effet biostimulant de son extrait fermenté.

Le travail consiste à estimer dans le temps par une étude in vitro et in vivo l'effet du purin d'ortie à différentes doses comparé à un stimulateur chimique appliqué à la dose homologuée sur la germination et la croissance racinaire des graines de tomate *Lycopersicum esculentum* Mill.

A cet effet, nous avons essayé de répondre à des questions hypothèses à savoir :

- Quel serait l'impact du purin d'ortie sur la faculté germinative des gaines de tomate ?
- Est-ce que les doses testées du biostimulant présenteraient-elles le même effet que celle de la dose homologuée ?
- Est-ce que les différents traitements auraient un effet sur le développement racinaire ?

Chapitre I. La tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.)

I.1 Généralités

La tomate est une espèce de plantes herbacées annuelles de la famille des Solanacées. Sa culture est répandue dans le monde entier dont 90% de la production mondiale est obtenue dans l'hémisphère nord (Bassin Méditerranéen, Californie et Chine). Il existe plus de 700 variétés de tomate ; certaines sont résistantes aux maladies et à d'autres facteurs (biotiques et abiotiques), d'autres sont différentes par les caractéristiques de leurs fruits, leur précocité et leur type de croissance (indéterminé ou déterminé) ; la tomate est une culture à cycle assez court, donne un haut rendement et elle présente de bonnes perspectives économiques. Elle est cultivée aussi bien pour la consommation fraîche que pour la transformation industrielle (**Celma et al., 2009**).

I.2 Origine de la tomate

L'origine du genre *Lycopersicon* se situe au Nord-Ouest de l'Amérique du sud, et de la côte pacifique aux contreforts des Andes. Ce genre comprend neuf espèces, huit sont restées dans les limites de leur zone d'origine et une seule espèce, *L. esculentum* sous sa forme sauvage cerasiforme, a émigré vers le Sud de l'Amérique du Nord. C'est au Mexique que la tomate a été domestiquée et introduite en Europe au XVI siècle. Sa culture s'est propagée en Asie du Sud, en Afrique et en moyen Orient (**Shankara et al., 2005**).

Selon **Latigui (1984)**, la tomate a été cultivée pour la première fois dans la région d'Oran en 1905 puis, elle s'est étendue vers le centre, notamment au littoral algérois, ce sont les cultivateurs du Sud de l'Espagne (*Tomateros*), qui l'ont introduite en raison des conditions climatiques qui sont propices pour sa culture.

I.3 Classification de la tomate

I.3.1 Classification botanique

La tomate a été classée scientifiquement par Linné en 1753 dans le genre *Solanum*, avec comme nom binomial *Solanum lycopersicum* mais en 1768 Miller a reclassé cette espèce dans le genre *Lycopersicon*. Sa dénomination officielle devient alors *Lycopersicon esculentum* Mill. (**Andrew, 2000**).

Sa classification est comme suite ;

Règne : Plantae
Sous règne : Trachenobionta
Division : Magnoliophyta
Classe : Magnoliopsida
Sous classe : Asteridae
Ordre : Solonales
Famille : Solanaceae
Genre : *Lycopersicon*
Espèce : *Lycopersicon esculentum* Mill.

I.3.2 Classification génétique

La tomate cultivée *Lycopersicon esculentum* est une espèce diploïde avec $2n=24$ chromosomes, chez laquelle il existe de très nombreux mutants monogéniques 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 (**Gallai et al., 1992**).

I.4 Importance de la culture de tomate

I.4.1 Importance économique

- **Dans le monde**

La tomate est cultivée dans presque tous les pays du monde, plus de 34 millions de tonnes sont produites. La production est répartie dans toutes les zones climatiques, y compris dans des régions relativement froides grâce au développement des cultures sous abri. A l'échelle mondiale, la tomate est classé la 2ème culture légumière après la pomme de terre de par son volume de production. En effet, près de cinq millions d'hectares (4,98 million ha) sont réservés annuellement à cette culture avec une production de plus de 34 millions de tonne (**Shankara et al., 2005**).

- **En Algérie**

La culture de la tomate occupe une place prépondérante dans l'économie agricole algérienne et près de 33 000 ha sont consacrés annuellement à sa culture, donnant une production moyenne de 01 millions de quintaux et des rendements moyens d'environ 311qx/ha. Après la pomme de terre, la tomate est le second produit

maraîcher de par la place qu'elle occupe dans les habitudes alimentaires en Algérie **(Anonyme2, 2009)**.

I.4.2 Intérêt nutritionnel

Du fait de son niveau de consommation relativement élevé, la tomate intervient pour une part importante dans l'apport en vitamines et en sels minéraux dans l'alimentation. Elle est peu calorique, et riche en pigments caroténoïdes, dont la provitamine A. Elle contient aussi du lycopène, un pigment naturel qui a des vertus anti oxydantes, et donc, qui protège les tissus de la tomate, puis de l'Homme qui consomme la tomate. Elle contient aussi de la vitamine C **(Kambale, 2006)**.

I.5 Caractéristiques morphologiques de la tomate

I.5.1 L'appareil végétatif

a. Racines

Chez la tomate, le système racinaire est très puissant et ramifié sur les trente premier centimètres. On dit que ce système racinaire est pivotant **(Ziri, 2011)**.

b. Tiges

La tige est poilue, épaisse aux entre nœuds. On trouve deux sortes de poils sur la tige et les feuilles : des poils simples et des poils glanduleux qui contiennent une huile essentielle, qui donne l'odeur de la tomate et la coloration verte **(Shankara et al., 2005)**.

c. Feuilles

Les feuilles sont composées, de 5 à 7 folioles et sont alternées sur la tige. Elles sont persistantes ; les vieilles feuilles perdent leur pouvoir photosynthétique et deviennent même nuisibles pour la plante, responsables du retard de croissance des fruits. Les professionnels les coupent, ce qui est problématique en main d'œuvre puisque cette opération doit se renouveler toute les semaines **(Kokibali Iko, 2009)**.

I.5.2 L'appareil reproducteur

a. Fleurs

La fleur est hermaphrodite. Le pistil est entouré d'un cône de 5 à 7 étamines à déhiscence introrse et longitudinale. Les fleurs, à corolles soudées en forme

d'étoile à cinq pointes sont jaunes vives .Elles sont réunies en cymes et s'épanouissent de fin mai à septembre (**Polese, 2007**).

b. Fruits

Les fruits charnus sont des baies à 2 ou 3 loges, à graines très nombreuses. La taille va de quelques grammes (tomate groseille) à près de 2 kg. La forme est généralement sphérique, plus ou moins aplatie, plus ou moins côtelée, mais il en existe en forme de cœur ou de poire (**Kokibali Ikoko, 2009**).

c. Graines

La graine est petite (250 à 350 graines par gramme) et poilue ; sa germination est épigée. Après le stade cotylédonaire, la plante produit 7 à 14 feuilles composées avant de fleurir (**Shankara et al., 2005**).



Figure 01 : Description de la tomate (**Blancard et al., 2009**).

I.6 Les exigences édapho-climatiques de la tomate

I.6.1 Les exigences climatiques

Naika et al., (2005), rapporte que la tomate s'adapte à une grande diversité des conditions climatiques, allant du climat tempéré vers le climat tropical chaud et humide.

a. La température

La tomate est une plante des saisons chaudes, elle est exigeante en chaleur pour assurer son cycle végétatif complet. Les températures optimales pour la plupart des variétés sont de 18°C à 25°C. Pendant la nuit la fécondation s'arrête à des températures inférieures à 15°C. En dessous de 10 et au-dessus de 38°C, les végétaux sont endommagés. La température agit également sur la qualité des fruits **(Naika et al., 2005)**.

b. La lumière

La tomate est une plante à jour long, elle peut fleurir avec des jours de durée inférieure à 12 heures mais la floraison est moins importante et la production du pollen est difficile. Un éclairage insuffisant provoque un étiolement des plantes, une perte de précocité et une baisse de rendement **(Rey et al., 1965)**.

c. L'eau et l'humidité

La sensibilité de la plante à l'hygrométrie est très élevée, elle ne tolère ni les sols engorgés ni fortement humides, pour le processus de fécondation une meilleure hygrométrie relativement ambiante est de 60% à 65%. Si l'humidité est très élevée (plus de 80%), les pollens sont difficilement libérés. Par ailleurs, le développement des maladies cryptogamiques est lié à de fortes humidités accompagnées de la chaleur. Les temps nuageux ralentissent le mûrissement des tomates, par contre, le stress causé par une carence en eau et les longues périodes arides font tomber les bourgeons et les fleurs et provoquent le fendillement des fruits. Donc, il est essentiel de prévoir un apport d'eau suffisant pour la croissance et le développement de la plante **(Munro et al., 1998)**.

d. Le vent

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)**.

I.6.2 Les exigences édaphiques**a. La nature du sol**

Laumonier (1979), atteste que la tomate pousse bien sur la plupart des sols, ayant en général une bonne capacité de rétention d'eau aérienne. Elle préfère les terres limoneuses profondes et bien drainées, légères, meubles, riches en

humus, s'échauffant rapidement et plus facilement. La couche superficielle du terrain doit être perméable. Une profondeur de sol de 15 à 20cm est favorable à une bonne croissance d'une culture saine.

b. La température du sol

La température du sol est le premier facteur dont dépendent le pourcentage de levée et la vitesse de germination. Cette dernière augmente avec la température jusqu'à une valeur optimale de 25°C, et entre 15°C et 20°C on aura un meilleur pourcentage de levée (**Rey et al., 1965**).

c. Le pH du sol

La tomate supporte modérément un large intervalle de valeurs du potentiel d'hydrogène, mais pousse mieux dans les sols où la valeur du pH varie entre 5,5 et 6,8 (**Shankara et al., 2005**).

d. L'humidité du sol

La tomate est exigeante en humidité du sol. L'humidité optimale du sol pour des terres argilo-siliceuses est de 75 à 80% de la capacité au champ, et l'abaissement de l'humidité et de la température du sol crée un déficit hydrique, et par conséquent réduit la photosynthèse et la transpiration (**Heller, 1981**).

e. La salinité du sol

La tomate est moyennement sensible à la salinité du sol, elle peut supporter des teneurs en sels, allant de 2 à 4g/l. La période pendant laquelle la tomate est plus sensible à la salinité, correspond à la germination et au début du développement de la plante (**Bentvelsen, 1980**).

I.6.3 Exigences nutritionnelles

a. Exigences hydriques

Les besoins de tomate en plein champ se situent entre 4000 et 5000 m³/ha. Celles d'un cycle de 90 à 120 jours sont de 400 à 600 m³/ha. L'évolution des besoins en eau de la tomate est fonction de l'environnement, de la plante, mais aussi des stades de développement de celle-ci (**Bentvelsen, 1980**).

Une carence en eau à la floraison provoque la chute des bouquets floraux. En phase de fructification l'absence d'eau se traduit par un aplatissement des fruits dont les extrémités se colorent en brun, puis en noir (**Rey et al., 1965**).

b. Exigences en éléments fertilisants

La tomate se classe parmi les espèces exigeantes en éléments fertilisants, que les seules fumures organiques ne suffiraient pas à lui apporter. Néanmoins, une proportion d'humus convenable, entretenue par des amendements organiques sur la culture précédente ou par des enfouissements d'engrais verts, ne peut qu'être favorable (**Chaux ,1994**).

I.7 Le cycle biologique de la tomate :

D'après **Huat (2008)**, Le cycle biologique de la tomate comprend 4 phases essentielles ;

- **La phase de germination** : A température comprise entre 18 et 24°, la levée s'effectue au bout de 6 à 8 jours. Au-dessus du sol apparaissent la tige et deux feuilles cotylédonaires simples et opposées. Dans le sol, la radicule possède un manchon de poils absorbants bien visible.
- **La phase de croissance** : La radicule s'allonge et prend l'aspect d'un filament blanchâtre sur lequel apparaissent des racines secondaires. Les deux premières vraies feuilles découpées apparaissent vers le 11^{ème} jour. Elles ne sont bien développées que vers le 20^{ème} jour. Au bout de un mois environ, il y a 3 à 4 paires de feuilles découpées. Le jeune plant a 15 à 20 cm de hauteur en moyenne et c'est le moment de le repiquer, directement en place.
- **La phase de floraison** : Durant cette phase, la croissance continue et la première inflorescence apparaît. Les autres inflorescences vont apparaître au-dessus de la première, avec entre chaque inflorescence un nombre variable de feuilles : de une à quatre. La floraison s'échelonne donc de bas en haut. La floraison dure un mois à un mois et demi, c'est-à-dire de deux mois et demi à trois mois et demi quatre mois après le semis.
- **La phase de fructification/maturation** : La fructification débute durant la phase de floraison. Elle commence par la nouaison des fruits de l'inflorescence de base et se poursuit par les inflorescences supérieures au fur et à mesure de l'apparition des inflorescences et de la fécondation des fleurs. Les fleurs se développent, grossissent et après avoir atteint leur taille définitive, elles

commencent par perdre leur coloration verte au profit du jaune, puis au rouge de plus en plus accentué.

I.8 Cultures de tomate

Selon **Cirad et al., (2002)**, il existe deux types de cultures ;

- la culture en plein champ qui est le système de culture le plus répandu. Cependant, si l'irrigation est disponible, les plantations peuvent être faites en saison sèche. La mécanisation est souvent réduite à la préparation du sol.
- la culture sous serre qui est le système de culture qui vise à produire les tomates le long de l'année. Il permet de développer des productions hydroponiques, supprimant ainsi certaines contraintes liées au sol. La culture sous abri fournit aujourd'hui une part essentielle du marché de frais pour les légumes-fruits tels que la tomate.

I.9 Les variétés de la tomate

Selon **Polese (2007)**, il existe plus de cinq cents variétés fixées (conserver les qualités parentales). Leurs fruits sont plus ou moins réguliers, sensibles aux maladies, mais donnent en général des fruits d'excellente qualité gustative. Les variétés hybrides sont plus nombreuses. Elles sont relativement récentes, puisqu'elles n'existent que depuis 1960.

Chapitre II. La germination et Les biostimulants

II.1 Généralités sur la germination

II.1.1 Définition

La germination est définie comme la somme des événements qui conduisent la graine sèche à germer ; elle commence par la prise d'eau et se termine par l'allongement de l'axe embryonnaire. C'est le passage de la vie latente de la graine à la vie active, sous l'effet de facteurs favorables (**Hopkins, 2003**).

Selon **Mazliak (1982)**, c'est un processus physiologique dont les limites sont le début de l'hydratation de la semence et le tout début de la croissance de la radicule. Une semence a germé lorsque la radicule a percé les enveloppes ou elle est visiblement allongée.

II.1.2 Types de germination

On distingue deux types de germination, l'épigée qui est caractérisée par un soulèvement des cotylédons hors du sol car il y a un accroissement rapide de la tigelle, le premier entre-nœud donne l'épi cotyle, et les premières feuilles, au-dessus des cotylédons sont les feuilles primordiales, et la germination hypogée dont les cotylédons restent dans le sol (**Ammari, 2011**).

II.1.3 Morphologie de la germination

Pour une germination il faut que la graine s'imbibe d'eau et se gonfle, le tégument se fend et la radicule émerge et s'oriente vers le milieu (sol) selon un géotropisme positif. Ensuite, la tigelle émerge et s'allonge vers le haut (le ciel). Les téguments de la graine se dessèchent et tombent (**Meyer et al., 2004**).

II.1.4 Physiologie de la germination

Selon **Michel (1997)**, La graine se réhydrate et consomme de l'oxygène pour oxyder ses réserves en vue d'acquiescer l'émergence nécessaire. La perméabilité du tégument et le contact avec les particules du sol conditionnent l'imbibition et la pénétration de l'oxygène. Les réserves de toute nature sont digérées.

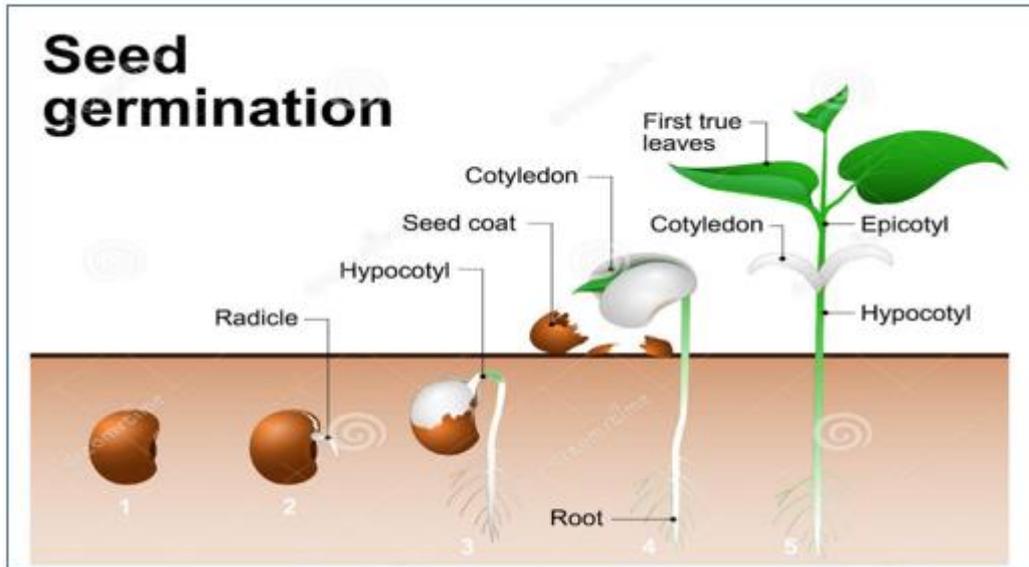


Figure 02 : Germination des graines (**Dreamstime.com**)

II.2 Conditions de la germination

II.2.1 Conditions internes de la germination

Lorsque des graines arrivées à maturité sont placées dans des conditions optimales de température, d'humidité et d'oxygénation pour leur croissance et qu'elles ne germent pas, plusieurs causes sont à envisager : la dormance de l'embryon ou les inhibitions de germination. Les conditions internes de la germination concernent la graine elle-même; elle doit être vivante, mûre, apte à germer (non dormante) et saine (**Jeam et al., 1998**).

II.2.2 Conditions externes de la germination

Selon **Soltner (2007)**, la graine exige la réunion de conditions extérieures favorables à savoir ;

- a. **L'eau** : La germination exige obligatoirement de l'eau, celle-ci doit être apportée à l'état liquide. Elle pénètre par capillarité dans les enveloppes. Elle est remise en solution dans les réserves de la graine, pour être utilisée par l'embryon, et provoque le gonflement de leurs cellules, donc leur division.
- b. **L'oxygène** : La germination exige aussi de l'oxygène. Cependant, une faible quantité d'oxygène peut être suffisante pour permettre la germination.

- c. **La température** : La température a deux actions, Soit directe par l'augmentation de la vitesse des réactions biochimiques, c'est la raison pour laquelle il suffit d'élever la température de quelques degrés pour stimuler la germination, soit indirecte par l'effet sur la solubilité de l'oxygène dans l'embryon.
- d. **La lumière** : La lumière agit de manière différente sur les espèces. Elle inhibe la germination des graines à photosensibilité négative et stimule celles à photosensibilité positive.

II.3 Etapes de la germination

D'après, **Hopinks (2003)**, la cinétique de prise d'eau permet de caractériser la germination en trois phases ;

- a. **Phase d'imbibition** : Correspondant à une forte hydratation des tissus, accompagnée d'une élévation de l'intensité respiratoire. Elle implique un mouvement d'eau dans le sens de potentiel hydrique décroissant. Cette entrée d'eau est accompagnée d'une augmentation de la consommation d'oxygène attribuée à l'activation des enzymes mitochondriales.
- b. **Phase de germination au sens strict** : Elle est caractérisée par une diminution de l'entrée d'eau ; l'hydratation des tissus et des enzymes est totale. La consommation en oxygène est stable. De plus, les synthèses protéiques sont facilitées car la graine renferme toute la machinerie nécessaire, en particulier des ARNm y sont accumulés. Durant cette phase, il y a reprise de la respiration et des activités métaboliques. La présence d'eau et d'oxygène permet l'activation des processus respiratoires et mitotiques. L'eau rend mobiles et actives les phytohormones hydrosolubles en stock dans la graine. C'est le cas des gibbérellines qui sont véhiculées vers la couche à aleurones où elles vont activer la synthèse d'hydrolases (telles que les amylases, les nucléases ou les protéinases) nécessaires à la dégradation des réserves, à la division et l'élongation cellulaire. Les α -amylases hydrolysent l'amidon stocké dans l'albumen et libèrent des molécules de glucose, substrat du métabolisme respiratoire. La phase de germination au sens strict se termine avec la percée du tégument par la radicule, rendue possible grâce à l'allongement des cellules.

- c. **Phase de croissance post-germinative** : Caractérisée à nouveau par une entrée d'eau et une augmentation importante de la respiration. La consommation de l'oxygène serait due aux enzymes néosynthétisées, puis très rapidement, on assiste à une reprise des divisions et grandissement cellulaires.

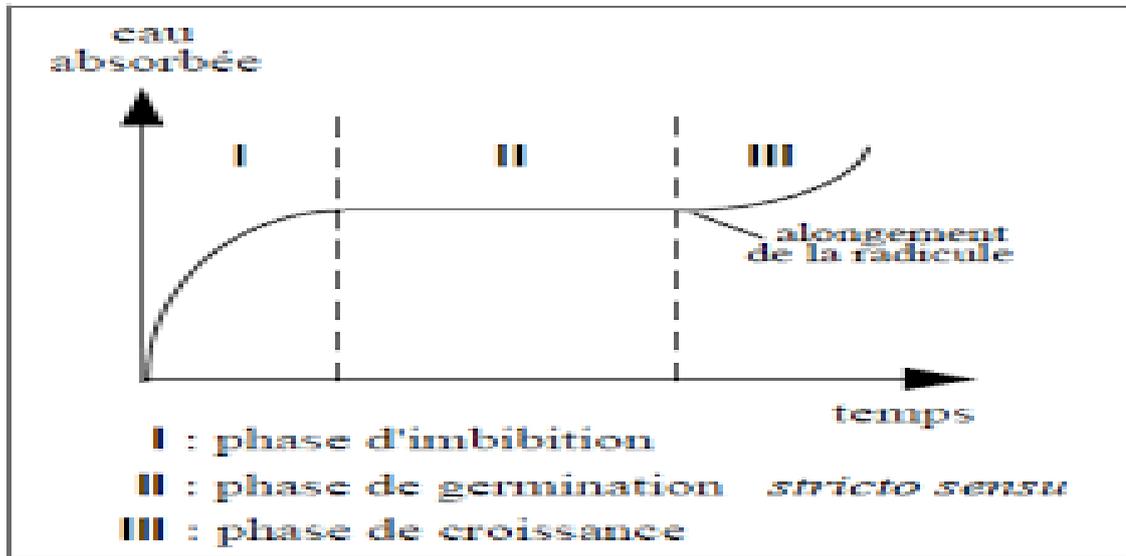


Figure 03 : Courbe théorique des étapes de la germination d'une semence (Côme, 1970).

II.4 Les biostimulants

II.4.1 Définitions

Les biostimulants peuvent également être appelés « biofertilisants », « stimulateurs de croissance et/ou développement », « activateurs de sol » ou encore « phytostimulants » (Faessel et al., 2015).

D'après la définition retenue par l'EBIC (European Biostimulants Industry Council) un biostimulant est « un matériel qui contient une (des) substance(s) et/ou microorganisme(s) dont la fonction, quand ils sont appliqués aux plantes ou à la rhizosphère, est de stimuler les processus naturels pour améliorer/avantager l'absorption des nutriments, l'efficacité des nutriments, la tolérance aux stress abiotiques, et la qualité des cultures, indépendamment du contenu en nutriments du biostimulant ». Cette approche inclut une large gamme de micro-organismes. 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).

II.4.2 Modes d'actions spécifiques aux biostimulants

Selon l'**UNIFA (2018)**, les biostimulants se déterminent d'abord par leur fonction, avant même que soient précisées les substances actives et peuvent avoir non seulement une action au niveau des plantes en améliorant l'absorption d'eau et d'éléments nutritifs au niveau des racines, en stimulant la croissance des parties aériennes et/ou racinaires pour favoriser la photosynthèse et/ou l'assimilation des éléments nutritifs, par l'accroissement de la tolérance aux stress abiotiques : froid, gel, sécheresse combinée à des températures élevées (stress oxydant) et l'amélioration des composantes du rendement et les qualités technologique, organoleptique et nutritionnelle des productions mais aussi au niveau du sol. En effet, les biostimulants améliorent certains processus se produisant à la surface du sol ou dans la rhizosphère, zone influencée par les racines et abritant le microbiote de la plante ; favorisent l'activité biologique pour maintenir un état poreux et perméable à la surface du sol, accélèrent la dégradation des résidus de la culture précédente (ex : paille, cannes de maïs) et améliorent la biodisponibilité d'éléments comme le phosphore fortement retenu par le sol.

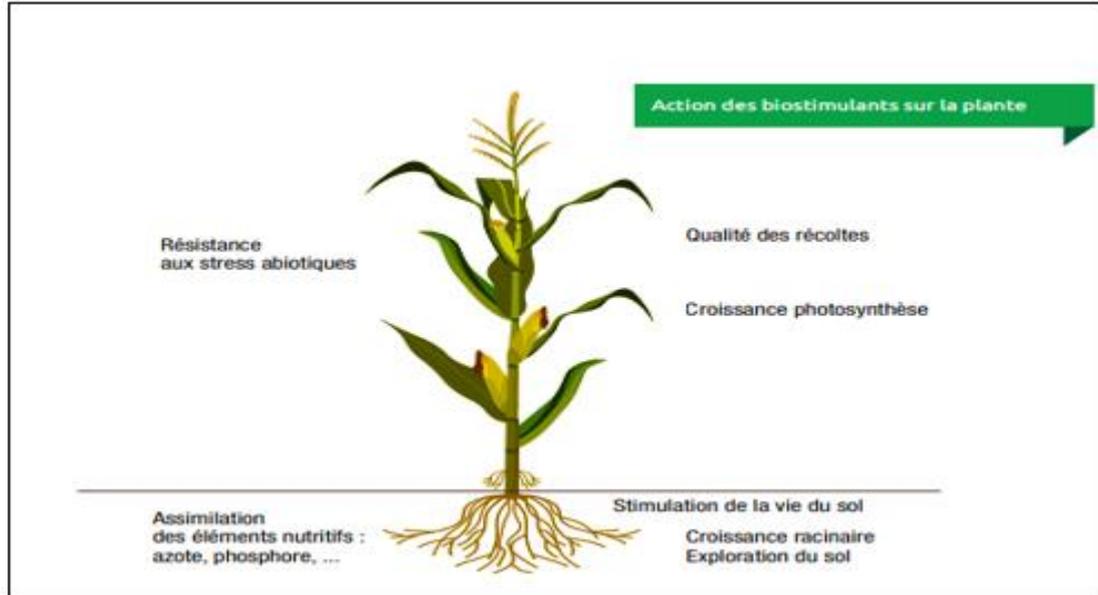


Figure 04 : Action des biostimulants sur la plante (UNIFA, 2018).

II.4.3 Rôles des biostimulants

Les biostimulants, qui visent à renforcer les synergies et symbioses tissées entre la plante, le sol et ses espèces symbiotes, ont donc plusieurs vertus en favorisant la biodisponibilité et l'efficacité de l'assimilation des nutriments, la tolérance aux stress abiotiques (sécheresse, changements brusques de température, augmentation de la salinité après salage des routes...) ou encore le maintien des niveaux de croissance en conditions non optimales. Leur utilisation s'inscrit dans un souci de protection de la santé publique et des ressources environnementales, en étant fréquemment issus du recyclage de sous-produits de l'agriculture ou de la forêt, s'engageant ainsi dans la boucle de l'agriculture circulaire. Ils peuvent être composés de micro-organismes (bactéries, mycorhizes...), de substances naturelles ou d'origine naturelle (acides humiques, acides aminés, extraits d'algues bruts...) ou de substances inorganiques de synthèse (protéines, phytohormones de synthèse...). En raison des quantités apportées, souvent faibles, l'utilisation des biostimulants est fréquemment combinée avec d'autres fertilisants ; ces produits sont classés en sous-familles selon le type d'additif agronomique autorisé, et on les retrouve ainsi sous ces appellations ; substances humiques, stimulateurs de croissance racinaire, préparations microbiennes (**Anonyme3, 2018**).

II.4.4 Bénéfices agronomiques des biostimulants

Les études scientifiques concernant le mode d'action des produits de biostimulation évoluent rapidement. Il en ressort que ces produits concernent un champ spécifique, c'est-à-dire un type de culture, une variété, et des conditions environnementales particulières, ce qui limite la généralisation des résultats. De façon théorique, sur des semences inoculées, les RFCP (Rhizobactéries Favorisant la Croissance des Plantes) se multiplient grâce aux exsudats de celles-ci, puis s'établissent sur la racine émergente pour enfin coloniser l'appareil racinaire. Les mycorhizes sont les résultats d'une association entre la plante et certains micro-organismes présents dans le sol formant une symbiose. Celle-ci peut permettre à la plante une meilleure assimilation des nutriments, une production de phytohormones et une résistance face aux pathogènes (**Faessel et al., 2015**).

II.4.5 Les types de biostimulants et de modes d'utilisation

Les biostimulants peuvent s'utiliser seuls, par apport au sol ou dans le milieu de culture, par pulvérisation sur les plantes ou en enrobage de semences. En raison des quantités à apporter, souvent faibles ; l'utilisation des biostimulants est fréquemment combinée avec l'apport d'autres fertilisants : c'est le cas déjà largement répandu des supports de culture enrichis en mycorhizes. Ils peuvent être des micro-organismes (bactéries, champignons) : par exemple les champignons mycorhiziens, des bactéries..., des substances de synthèse ou des substances naturelles ou d'origine naturelle telles que les acides humiques, les acides aminés, les extraits d'algues ou encore des extraits de plantes **(CAS, 2015)**.

II.5 Extraits de plantes : Purin d'ortie

II.5.1 Description de la plante « *Urtica dioica* »

L'ortie dioïque est une plante herbacée vivace, vigoureuse et à longue durée de vie. Sa taille peut atteindre plus d'un mètre. Les feuilles sont d'un vert frais, opposées, pétiolées, stipulées, ovées, dentées et velues sur les deux faces. Les tiges sont plus ou moins raides, quadrangulaires et couvertes de poils urticants **(Fontaine, 2010)**.

Les fleurs sont petites, unisexuées, verdâtres et disposées en grappes pendantes aux axes des feuilles, dans la partie supérieure de la tige pour les femelles, et sous forme de chatons pour les mâles **(Desgagnés, 2005)**.

II.5.2 Historique

Dans la Grèce antique, au 1^{er} siècle après Jésus-Christ, Diocorides et Galien ont souligné les propriétés diurétiques et laxatives et ont rapporté l'utilisation de l'*ortie* pour traiter l'asthme et certaines maladies de la rate. Les bandelettes entourant les momies de l'Égypte ancienne étaient constituées de fibres d'*ortie*, la Ramie. Le médecin grec Dioscoride décrivait déjà plusieurs utilisations possibles ; ses feuilles fraîches pour les blessures infectées, son jus contre les saignements de nez, ses feuilles cuites mélangées à de la myrrhe pour provoquer les règles **(Vanstippen, 2005)**.

II.5.3 Origine

L'*ortie* est originaire d'Eurasie. Elle est aujourd'hui répandue dans les zones tempérées sur tous les continents. L'*ortie dioïque* est indigène au Canada. Le genre *Urtica* tire son nom du latin *uro* ou *urere* qui veut dire « je brûle » faisant allusion à ses poils urticants dont le contact est très irritant. Le mot *dioïca* vient de *dioïque* qui signifie que les deux sexes sont sur des individus différents (**Desgagnés, 2005**).

II.5.4 Classification

Selon **Langlade (2010)**, sa classification est comme suite ;

Règne :	Plantae
Embranchement :	Phanérogames
Sous embranchement :	Angiospermes
Classe :	Magnoliopsida
Ordre :	Urticales
Famille :	Urticaceae
Genre :	<i>Urtica</i>
Espèce :	<i>Urtica dioïca</i> L.



Figure 05 : Plante de l'ortie *Urtica dioïca* (**Langlade, 2010**).

II.5.5 Répartition

On la trouve en Europe, très répandue en France, en Afrique du Nord, Afrique du Sud, en Asie, dans les régions tempérées et montagneuses et ce jusqu'à 2400 mètres d'altitude. On la retrouve également en Amérique du Nord et Amérique du Sud (**Fleurentin, 2008**).

II.5.6 Propriétés et utilisations

L'ortie dioïque appartient au monopole pharmaceutique. Elle est inscrite sur la liste des plantes médicinales retenues comme telles par la pharmacopée Française. Aujourd'hui, les propriétés médicinales de l'ortie sont reconnues de tous. Cette plante rentre dans la composition d'une multitude de médicaments allopathiques ou homéopathiques et les recherches se poursuivent et viennent confirmer certaines utilisations empiriques. L'utilisation de l'ortie est multiple. On l'emploie en agriculture, en alimentation, en cosmétique, en teinturerie, dans l'industrie du textile et à des fins médicinales (**Khati et al., 2016**).

D'après **Tissier (2011)**, l'ortie est considérée comme ;

- **Un agent de lutte contre les ravageurs** : 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.
- **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.
- **Un composant du 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.

- **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'angélique) et renforce la vitalité de nombreux fruitiers (notamment les framboisiers, les groseilliers et les fraisiers) et augmente leur rendement.

II.5.7 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 est « 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 phytostimulant, il agit comme un répulsif pour les nuisibles et sert à prévenir les maladies. Un éliciteur est une molécule produite par un agent phytopathogène qui va déclencher des mécanismes de défense chez la plante. C'est un stimulateur des défenses naturelles de la plante (**Gouffier, 2010**).

II.5.8 Propriétés du purin d'ortie

- a. **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**).
- b. **Biostimulant** ; le purin d'ortie va 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 grêle pour constituer une barrière autour des points d'impact (**Gouffier, 2010**).

Chapitre III. Matériel et Méthode

III.1 Présentation de la région d'étude

III.1.1 Parc National de Chréa

Le Parc National de Chréa est situé au cœur de l'Atlas Blidéen à 50km au sud-ouest d'Alger sur une altitude de 1500 mètres. Il s'étend en écharpe sur une superficie de 26587 ha qui chevauche entre les wilayas de Blida et Médéa. Il est compris entre l'isotherme 8° et 11°C de températures moyennes annuelles. Les sommets étant plus froids et les piémonts plus chauds. Les températures les plus basses sont enregistrées à Chréa avec 3°C, alors que les températures maximales varient entre 26,3 et 33,6°C. Du point de vue des précipitations, il est compris entre les isohyètes 700-1400 mm/an. Celles-ci sont plus importantes dans les stations situées sur le versant nord-ouest (PNC, 2014).

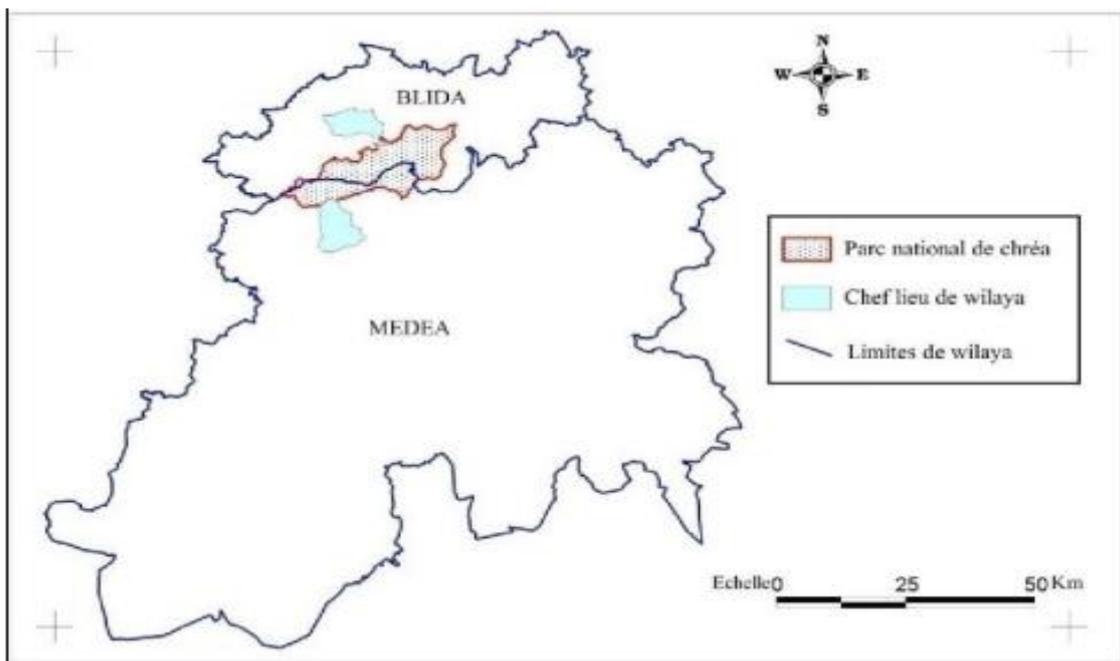


Figure 06 : Carte de localisation régionale du Parc National de Chréa (Meddour, 2002).

Le massif de Blida, par ses deux versants, s'inscrit entièrement dans les bioclimats humide et subhumide, qui sont prédominants dans la région (Meddour, 2002).

III.1.2 Synthèse climatique

III.1.2.1 Diagramme ombrothermique

D'après **Mutin (1977)**, le diagramme ombrothermique de Gausсен considère que le mois est sec si les précipitations totales exprimées en mm sont égales ou inférieures au double de la température exprimée en degrés centigrades. De même le climat est sec quand la courbe des températures se trouve au-dessus de celle des précipitations néanmoins il est humide dans le cas contraire.

Ces paramètres bioclimatiques sont des facteurs distinctifs du climat. Ils conditionnent en effet le cycle de développement et la croissance des espèces des êtres vivants ainsi que leur répartition géographique.

L'examen des diagrammes ombrothermiques de l'année 2018/2019 de Blida, révèle l'existence de deux périodes sèche et humide. La période sèche s'étale du début du mois de juin jusqu'à la fin du mois de septembre et les périodes humides s'étalent respectivement de janvier à début juin et de la fin septembre à décembre (**Climate-data-ORG**).

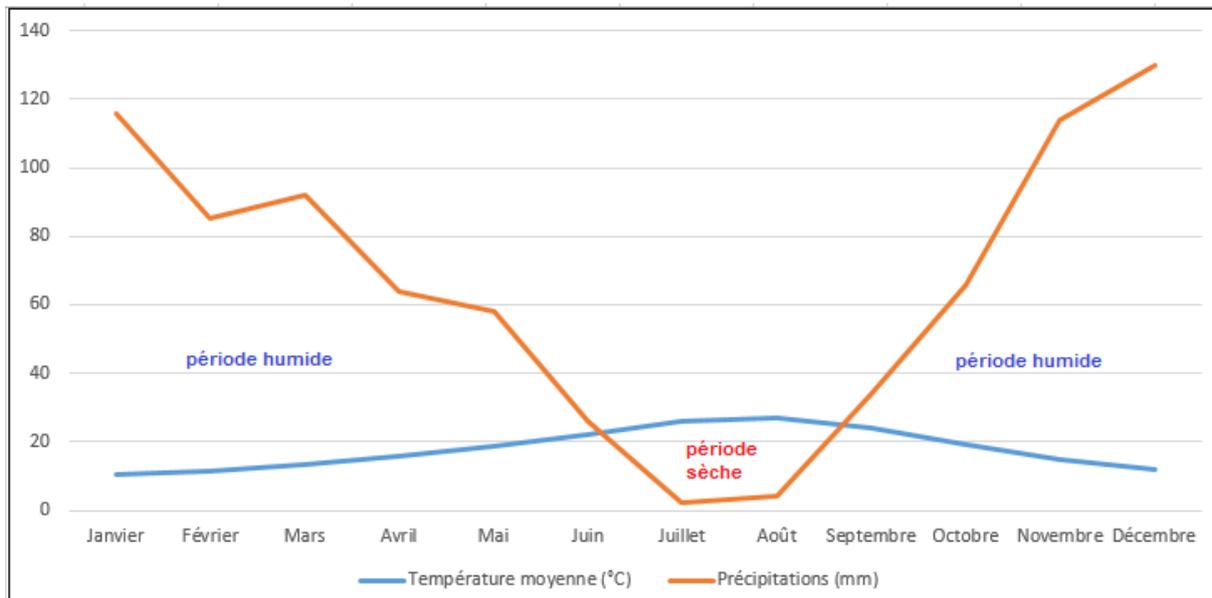


Figure 07 : Diagramme ombrothermique de la région de Blida.

Tableau 01 : Données climatiques de la région de Blida.

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septem bre	Octobre	Novemb re	Décemb re
■ Température minimale (°C)	7	7,6	9,3	11,4	14,3	17,7	21,4	22,1	20	15,2	10,9	8,2
■ Température maximale (°C)	14,2	15,5	17,3	19,9	23,3	26,8	30,9	31,7	28,2	23,3	18,5	15,3
■ Température moyenne (°C)	10,6	11,5	13,3	15,6	18,8	22,2	26,1	26,9	24,1	19,2	14,7	11,7
■ Précipitations (mm)	116	85	92	64	58	26	2	4	34	66	114	130
■ Température minimale (°C)	■ Température maximale (°C) ■ Température moyenne (°C) ■ Précipitations (mm)											

III.1.2.2. Climagramme d'Emberger :

Le quotient pluviométrique d'Emberger explique le rapport des précipitations à la température. Il permet de situer la position de la région d'étude dans l'étage bioclimatique qui lui correspond. Il est donné par la formule suivante (**steward, 1969**).

$$Q2 = 3,43 (P/M-m)$$

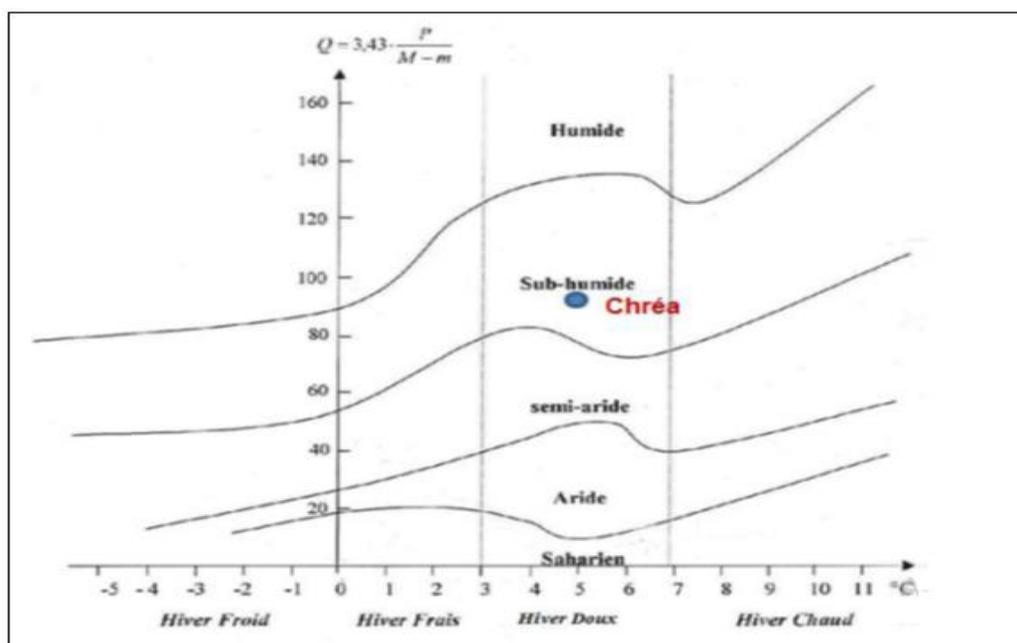
Q : est le quotient pluviométrique d'Emberger,

P : est la somme des précipitations annuelles exprimées en mm,

M : est la moyenne des températures maximale du mois le plus chaud en °C,

m : est la moyenne des températures minimale du mois le plus froid en °C.

En portant les valeurs de $Q2=93.2$ et $m=4.8^{\circ}\text{C}$ sur le climagramme d'Emberger, nous constatons que la région de Chréa (Blida) est située dans l'étage bioclimatique subhumide, à hiver doux.

**Figure 08** : Climagramme d'Emberger de la région de Blida

III.2 Matériel utilisé

III.2.1 Matériel de laboratoire

- Boîtes en aluminium
- Coton disque
- Seringue
- Une balance
- Une pince, sécateur
- Goblet, bouteille en plastique
- Papier millimétré
- Un seau

III.2.2 Matériel biologique utilisé

III.2.2.1 La plante *Urtica dioica*

La partie aérienne de l'ortie *Urtica dioica* spontanée a été collectée pendant la saison Printanière (2020) au niveau du parc national de Chréa situé dans la wilaya de Blida (**Figure 09**). La plante (feuilles et tiges) fraîchement collectée a été découpée par un sécateur en petits morceaux, et conservés dans un sac en plastique en vue de les utiliser dans la préparation du purin d'ortie.



Figure 09: Site de récolte de l'ortie (Originale).

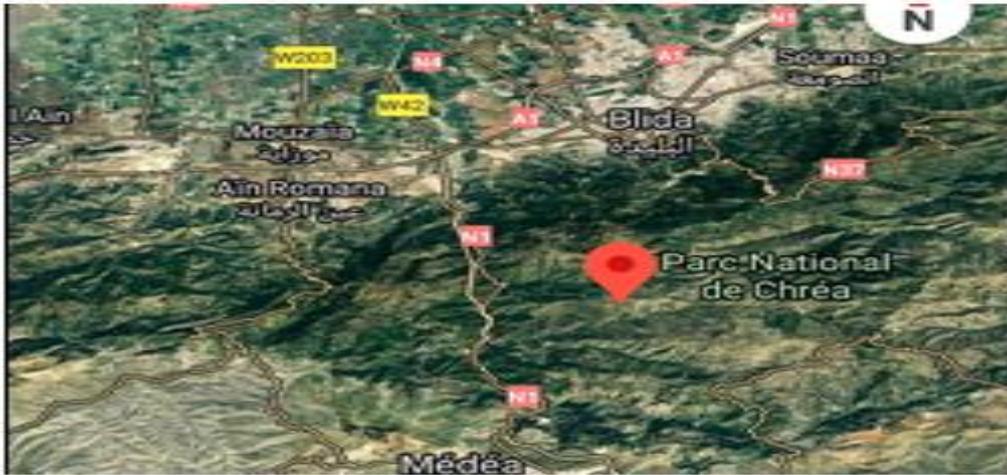


Figure 10: Image satellite du Parc National de Chréa (Google earth).



Figure 11 : Matériel végétal *Urtica dioica* (Originale).

III.2.2.1.1 Préparation du purin d'ortie

La préparation du purin d'ortie consiste à mettre 500g d'ortie frais dans un seau rempli de 5 litres d'eau. Cependant, cette préparation est homogénéisée quotidiennement par agitation. Au bout de 15 jours de macération, on filtre d'abord la préparation à l'aide d'une passoire fine puis d'un papier filtre, pour récupérer l'extrait fermenté d'ortie (Figure 12).

Le filtrat ainsi obtenu représente le purin d'ortie correspondant à la solution mère du produit biologique à partir de laquelle, nous avons préparé les différentes dilutions. Ces dernières sont stockées dans des bouteilles en plastique étiquetées et conservées à une température ambiante.



Figure 12 : Étapes de préparation du purin d'ortie (Originale).

III.2.2.2 Les variétés de tomate

Lors de cette étude, les traitements sont testés sur les graines de deux variétés de tomate.

- La variété Zahra, hybride indéterminé, utilisé pour le marché du frais. Sa précocité est de 90 à 95 jours après repiquage. La plante est de port moyen, le fruit est surmonté d'un collet violet. Le poids moyen du fruit est de 260 à 300 g. Elle résiste aux Nématodes, Verticilliose, Fusarium. Le fruit est très ferme avec une bonne conservation et une excellente saveur. Cette variété s'adapte aussi bien en plein champ que sous serre (Anonyme1, 2007).
- La variété Dawson, Le fruit est cordiforme, jaune orangé, au cœur flammé de rouge, a une bonne saveur et riche en sucre. Il Présente un très bon rendement. Il a un port indéterminé de type très gros fruit, une masse de 300g à 1 kg, un calibre supérieur à 85 mm. Le fruit est tardif, de 80 à 100 jours. Il est cultivé sous serre (Chougar, 2011).



Figure 13 : Variétés des graines de tomate (Originale).

a : Dawson, b : Zahra

III.3 Méthodes d'étude

III.3.1 Préparation des traitements

III.3.1.1 Préparation des traitements biologiques

Les doses du traitement biologique à tester sont ;

D1 : correspondant à la dose pure.

D2 : correspond à la dose faiblement diluée (25%).

D3 : correspond à la dose moyennement diluée (50%).

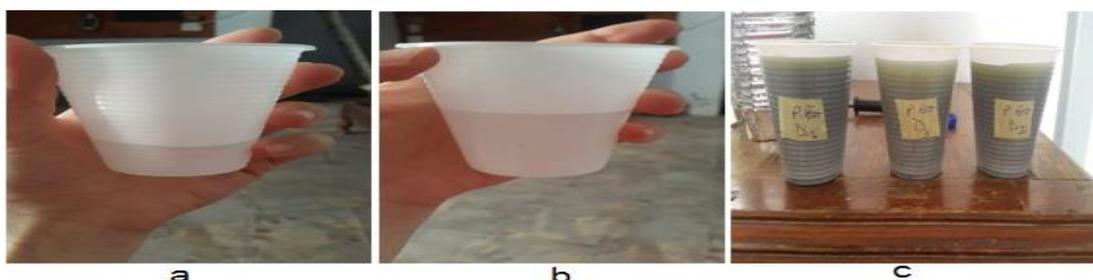


Figure 14 : Traitements biologiques du purin d'ortie (**Originale**).

(a) : 25%, (b) : 50%, (c) : doses préparées.

III.3.1.2 Préparation du traitement chimique

Le produit chimique utilisé pour cette étude est **RADI SPEED** est un puissant engraisseur de dernière génération, enrichi de tous les éléments nutritifs pour donner aux plantes un très bon système racinaire indispensable pour obtenir une récolte en quantité et en qualité. Les doses pour l'irrigation foliaire est 1L pour 400 à 500 L d'eau / Hectare ; et pour l'irrigation Goutte à goutte est 10 à 15 L / Hectare, fractionner les doses en 3 à 4 applications durant tout le cycle.

Cependant la dose préparée pour cette étude est constituée de 3 ml de produit chimique dans 1 litre et demi d'eau soit (DH=3ml/1,5l d'eau).



Figure 15 : Traitement chimique (**Originale**).

III.3.2 Application et Dispositif expérimental

La méthode d'irrigation des graines de tomate est adoptée pour l'application des traitements in vitro et in vivo.

III.3.2.1 Les tests de germination in vitro

À l'aide d'une seringue graduée, une quantité de 6ml est prélevée pour chaque traitement correspondant aux différentes doses à tester.

La méthode consiste à imbiber préalablement un disque de coton déposé au fond de chaque boîte par 3ml de la solution à tester puis y déposer 10 graines de tomate et les recouvrir d'un autre disque de coton imbibé par la même dose (3ml) et enfin refermer la boîte. Les applications sont répétées 5 fois pour toutes les doses testées à savoir D1, D2, D3 et DH. L'ensemble des boîtes est comparé à un lot témoin dont les graines sont irriguées uniquement par l'eau du robinet (3ml d'eau / disque de coton). Ainsi, pour les deux variétés de tomate testées, nous avons eu un total de 50 boîtes. Les graines sont irriguées régulièrement selon leur besoin (6ml de chaque traitement). La germination des graines est suivie à trois pas de temps à savoir 5 jours, 10 jours et 15 jours ; Selon des tests préliminaire sur le début d'observation.

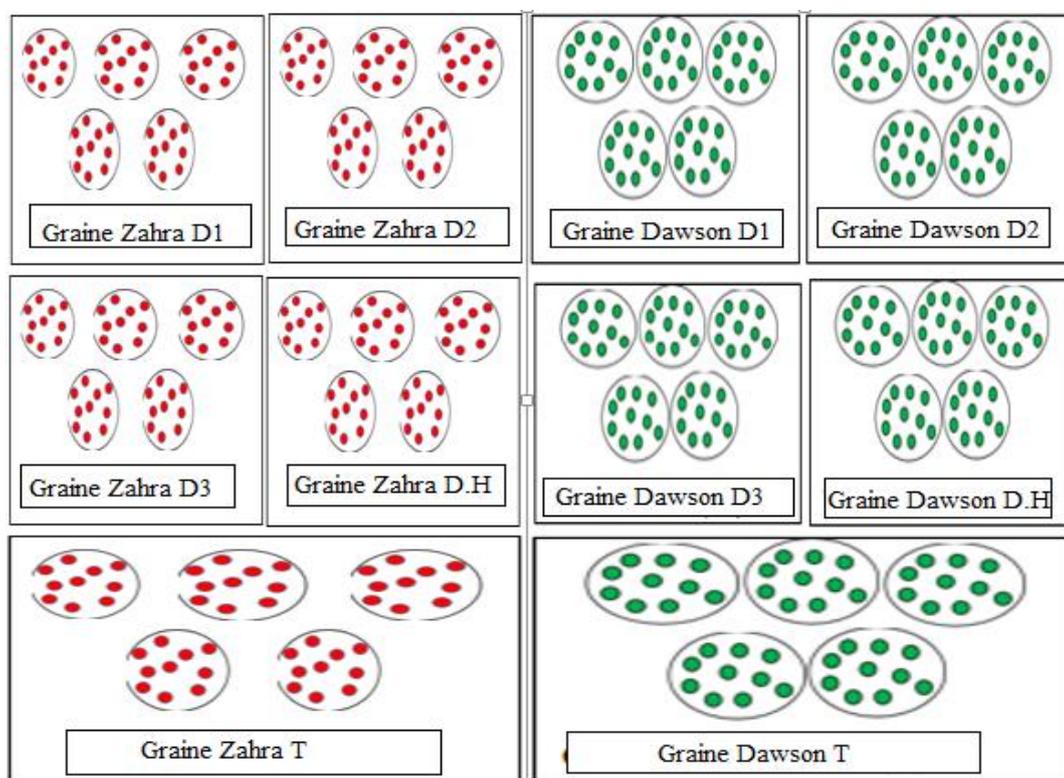


Figure 16 : Schéma du dispositif expérimental (Originale).

D1 D2 D3 : doses du purin d'ortie, DH : dose homologuée, T : témoin.



Figure 17 : Imbibition des graines (Originale).

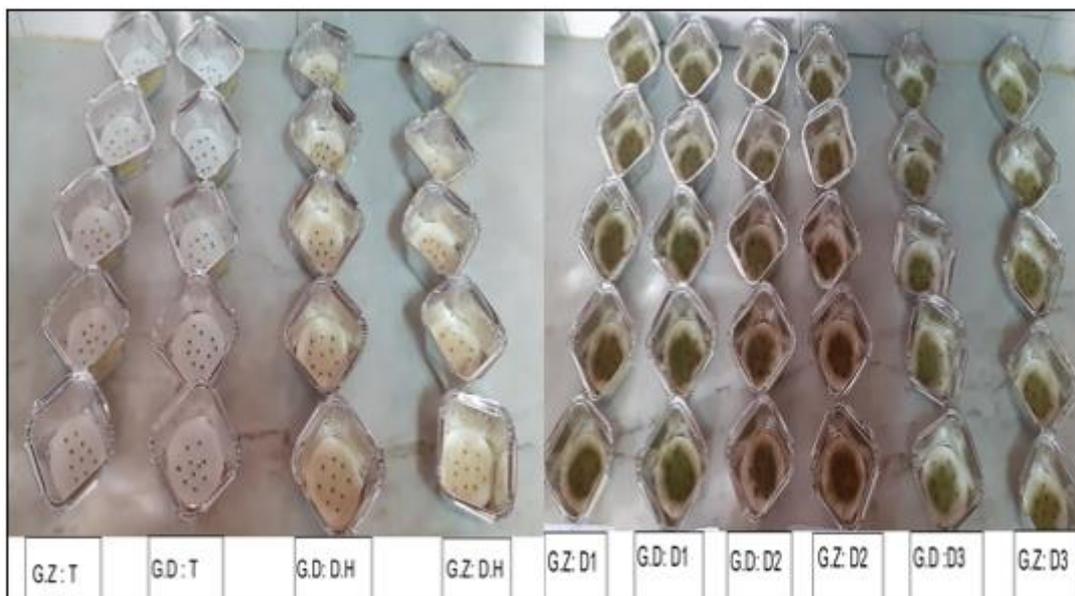


Figure 18 : Répartition des graines dans les boîtes (Originale).

G.Z : graine Zahra, G.D : graine Dawson, D1 D2 D3 : doses du purin d'ortie, DH : dose homologuée, T : témoin.

III.3.2.1.1 Estimation de l'effet des traitements sur la germination des graines et la longueur des racines

La germination est repérée par la sortie de la radicule hors des téguments de la graine dont la longueur est d'au moins de 2 mm (Sayar et al., 2010).

Quotidiennement, un comptage des graines germées est réalisé pendant une durée de 15 jours et la longueur des racines est estimée à l'aide d'un double décimètre.

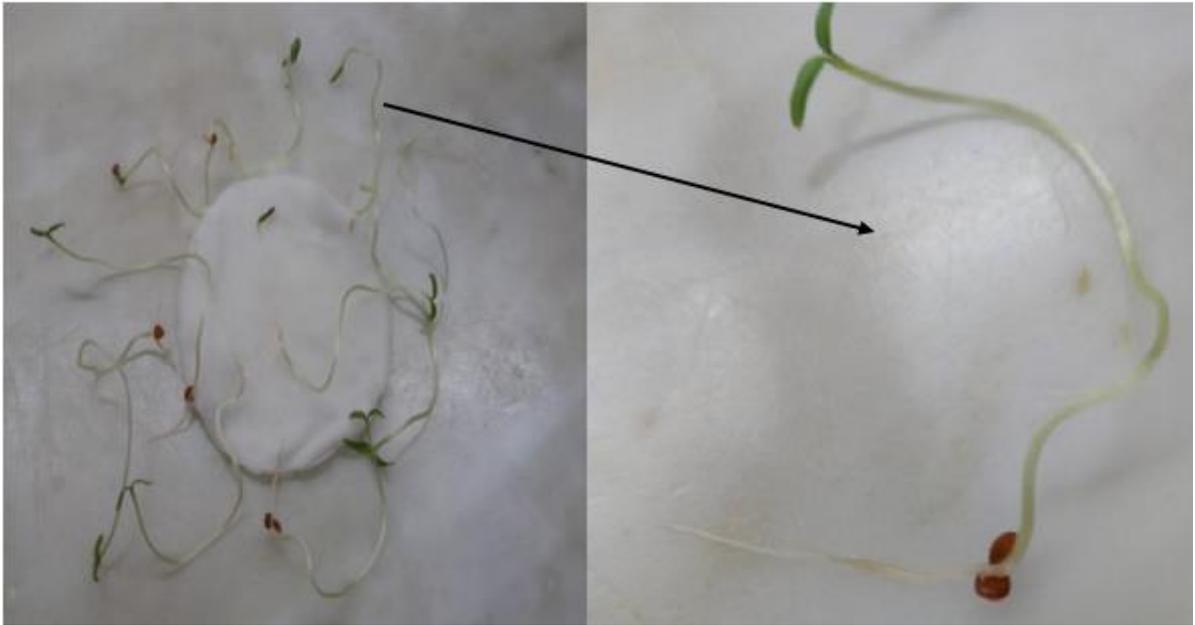


Figure 19 : Germination des graines in vitro (**Originale**).

III.3.2.2 Les tests de germination in vivo

Les mêmes doses et le même dispositif expérimental ont été retenus pour les tests in vivo. Cependant, n'ayant pas exprimé une bonne faculté germinative, la variété Dawson a été éliminée et l'expérimentation n'a été conduite que sur la variété Zahra qui au contraire a révélé une bonne faculté germinative.

Le travail a été réalisé dans des gobelets en plastique contenant du terreau (30g pour chaque Gobelet) dans lesquels ont été semées 2 graines par Gobelet.

Les applications sont répétées 9 fois pour toutes les doses testées à savoir D1, D2, D3 et DH. L'ensemble des gobelets est comparé à un lot témoin dont les graines sont irriguées par l'eau du robinet. Ainsi, nous avons eu un total de 45 gobelets. Les graines sont irriguées régulièrement selon leur besoin (6ml de chaque traitement). La germination des graines est suivie à trois pas de temps à savoir 5 jours, 10 jours et 15 jours ; Selon des tests préliminaire sur le début d'observation.



Figure 20 : Semis des graines de tomate in vivo (**Originale**).

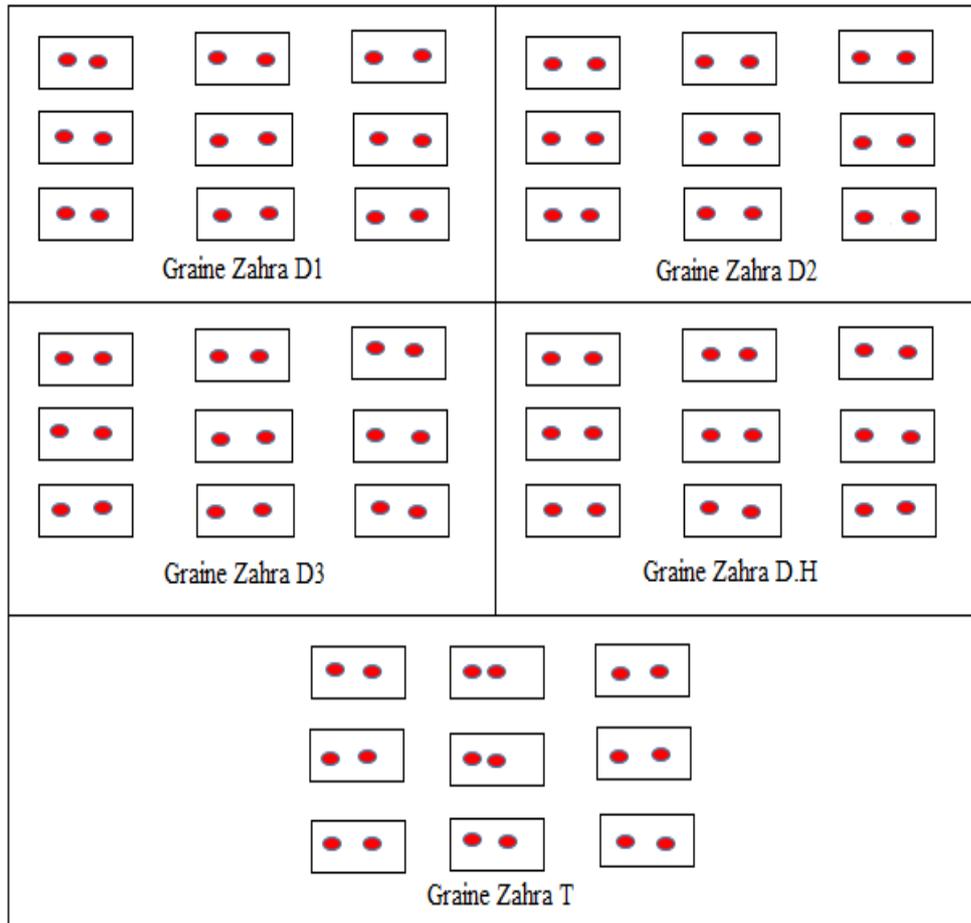


Figure 21 : Schéma du dispositif expérimental (Originale).

D1 D2 D3 : doses du purin d'ortie, DH : dose homologuée, T : témoin.

III.3.2.1.1 Estimation de l'effet des traitements sur la germination des graines et la longueur des racines

Durant la période du suivi, un comptage des graines germées est réalisé à la sortie des feuilles cotylédonaires. Cependant, les plantules sont également suivies à 5,10, et 15 j. en effet, les racicules sont rincées et délicatement déposées sur papier absorbant pour sécher puis sur du papier millimétré pour les mesurer.



Figure 22 : Estimation de la longueur des racines in vivo (**Originale**).

III.4 Analyse des données

III.4.1 Méthode d'estimation du taux de germination

Une graine a été considérée germée lorsqu'il y a eu émergence de la radicule. En effet, le taux de germination est calculé par la formule suivante ; (**Belaidi et al., 2019**).

$$TG (\%) = Gx/Gt * 100$$

Où **TG** : Taux de germination final,

Gx : nombre des graines germés,

Gt : nombre total des graines mises à germer.

III.4.2 Méthode d'estimation de la vitesse de germination

La vitesse de germination permet d'exprimer l'énergie de germination responsable de l'épuisement des réserves de la graine. C'est la variation dans le temps des taux de germination dès l'apparition de la première pointe de la radicule d'une ou

des graines jusqu'à la stabilité de la germination, s'exprimant par le taux de germination obtenu à un moment donné (**Belaidi et al., 2019**).

$$VG = (N1 + N2 + N3 + \dots + N) / (N1T1 + N2T2 + N3T3 + \dots + NnTn) \times 100$$

Où, **VG**=vitesse de germination,

N1 = nombre de graines germées au temps T1,

N2 = nombre de graines germées entre le temps T1 et T2,

N3, Nn = graines germées au temps T3... ..jusqu'au temps Tn.

III.4.3 Méthode d'estimation de la longueur radriculaire

La longueur de la radicule des plantules est estimée à trois pas de temps (5, 10 et 15jours).Cependant elles sont mesurées à l'aide d'un papier millimétré.

III.4.4 Analyse de la variance

Lorsque le problème est de savoir si la moyenne d'une variable quantitative varie significativement selon les conditions (types de traitements, croissance en longueur, taux de germination et périodes d'exposition), il est préconisé de réaliser une analyse de variance. Dans les conditions paramétriques (ANOVA pour ANalysis Of VAriance), la distribution de la variable quantitative doit être normale, nous avons alors utilisé le modèle linéaire global (G.L.M.). Le déroulement des tests a été réalisé par le logiciel statistique SPSS vers. 24 (2017). La signification des différences entre les traitements est exprimée en fonction de la probabilité P erreur 5% avec $P > 0,05$: Différence non significative, $P < 0,05$: Différence significative.

Chapitre IV. Résultats

Dans cette partie, sont exposés les résultats relatifs à l'étude in vitro et in vivo de l'effet des différentes doses de traitements à base du purin d'ortie à savoir la D1 (pure), D2 (faiblement dilué, 25%), D3 (moyennement dilué, 50%) et de la dose homologuée DH du traitement chimique appliquées sur le taux de germination, la vitesse de germination et la longueur des racines des graines de tomate de la variété Zahra.

IV.1 Essai in vitro

IV.1.1 Estimation temporelle de l'effet dose sur le taux de germination des graines

Comparés au témoin et durant toute la période du suivi, la D1 et la D2 présentent des taux de germination inférieurs à ceux du témoin (**Figure 23**).

En effet, on constate un faible accroissement du taux de germination au niveau du lot traité avec la D1. Cependant, un taux de 6% est enregistré au 5^{ème} jour, suivi de 16% au 10^{ème} jour pour atteindre les 34% au 15^{ème} jour.

Pour la D2, la germination présente un taux de 14% au 5^{ème} jour. Néanmoins, une augmentation a été observée dès le 10^{ème} jour avec un TG de 34% pour arriver à son maximum de 56% au 15^{ème} jour.

En revanche, la D3 se révèle très intéressante par rapport aux autres traitements appliqués en enregistrant un fort pouvoir germinatif dès le 5^{ème} jour avec un taux de 40%. Une augmentation très importante de la germination est consignée au 10^{ème} jour avec un taux de 84% et au 15^{ème} jour avec une valeur maximale de 92%.

Quant à la DH, celle-ci a montré un effet sur la germination supérieur mais sensiblement proche de celui du témoin avec une différence de 2% au 5^{ème} et 10^{ème} jour et de 8% à la fin du suivi. Cependant la DH a affiché un taux de 24% au 5^{ème} jour, puis de 68% au 10^{ème} jour et enfin de 88% au 15^{ème} jour.

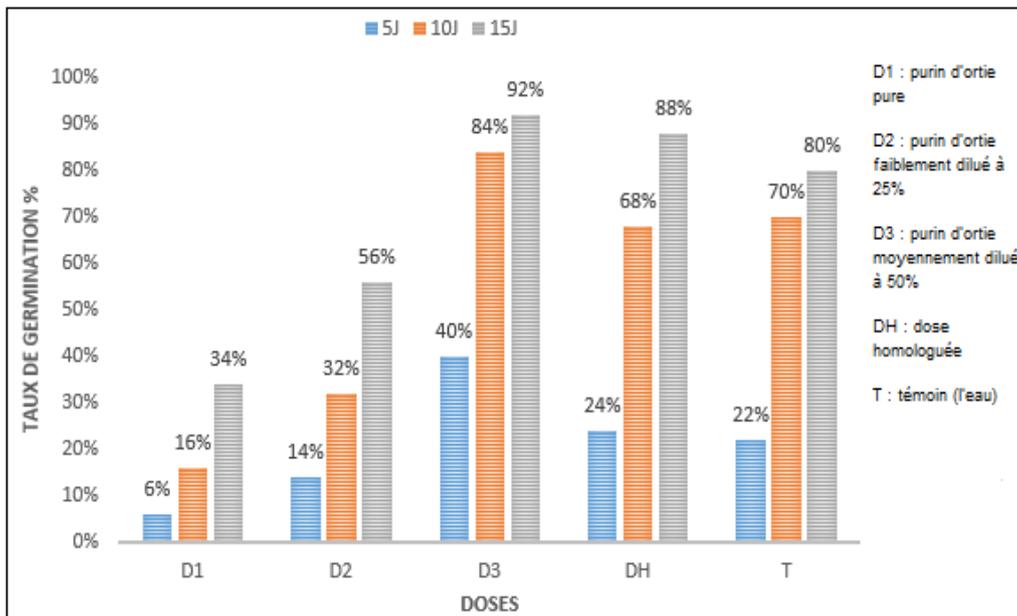


Figure 23 : Estimation temporelle de l'effet dose sur le taux de germination des graines.

IV.1.2 Estimation de l'effet dose sur la vitesse de germination des graines

D'après les résultats de la **Figure 24** on remarque que la D3 présente la meilleure vitesse de germination des graines en affichant une valeur de 12,10%, suivie de celle du témoin avec 10,81%, de la DH avec 10,23% puis de la D2 avec 9,18% et enfin de la D1 qui a montré la plus faible vitesse de germination avec une valeur de 8,50%. Ainsi, on constate que la vitesse de germination des graines traitées par la DH est sensiblement proche de celle du témoin.

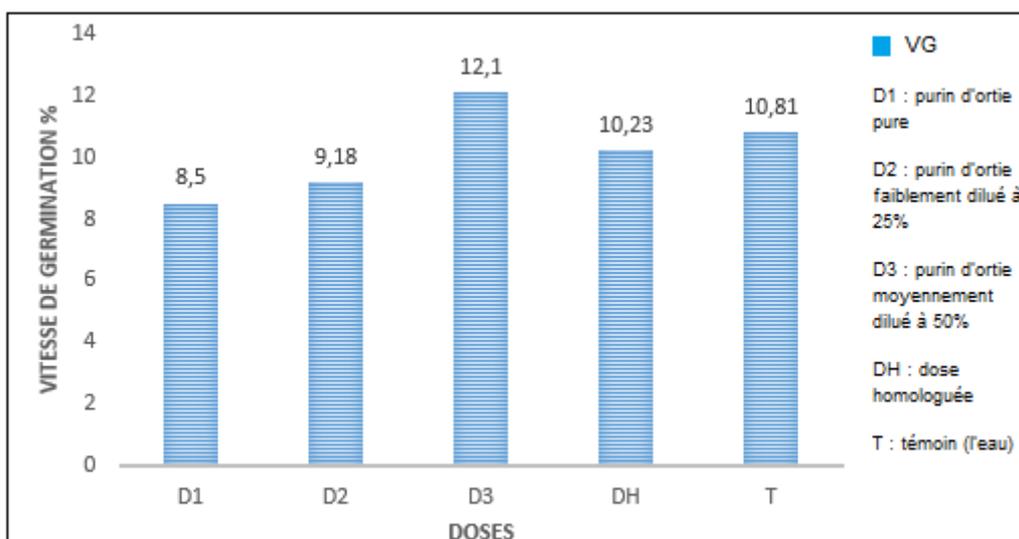


Figure 24 : Effet dose sur la vitesse de germination des graines.

IV.1.3 Estimation temporelle de l'effet dose sur la longueur des racines

Les résultats portant sur la variation temporelle de la longueur des racines des graines Zahra en fonction des différents traitements ont montré que la D3 et le témoin suivent la même trajectoire d'évolution (**Figure25**).

Cependant, la dose D3 et le témoin montrent un effet positif sur la croissance racinaire avec des longueurs respectives de 0,5cm et 0,7cm au 5^{ème} jour jusqu'à 2 cm et 1,7cm au 15^{ème} jour.

De plus, on observe une similarité dans la croissance racinaire au 5^{ème} et 10^{ème} jour des graines traitées par la D1 et la D2 en affichant des valeurs de 0,2cm et 0,5cm respectivement. Une augmentation de la longueur est notée au 15^{ème} jour pour la D2 avec une valeur de 1,3cm.

A l'échelle de DH, une croissance racinaire moins importante est enregistrée avec une longueur de 0,4cm au 5^{ème} jour jusqu'à 0,8cm-0,9cm au 10^{ème} et 15^{ème} jour respectivement.

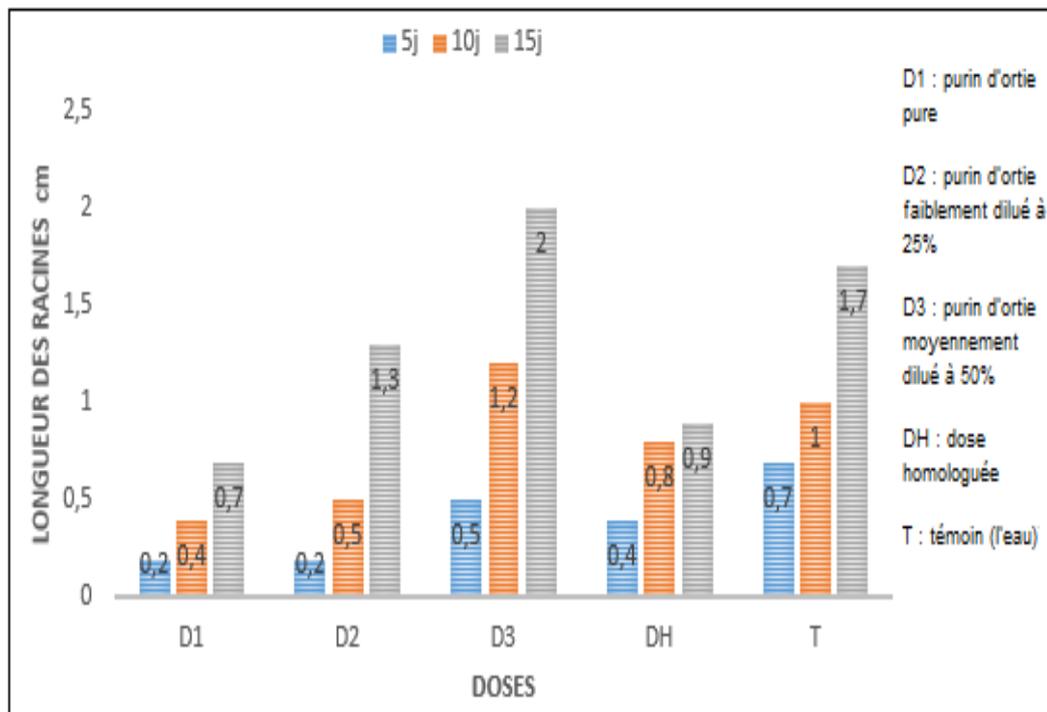


Figure 25 : Estimation temporelle de l'effet dose sur la longueur des racines.

IV.1.4 Analyses de la variance de l'essai in vitro

IV.1.4.1 Analyse de la variance du taux de germination des graines

Tableau 02 : Analyse de la variance du taux de germination par rapport au temps et aux doses appliquées.

Source	Variable dépendante	Somme des carrés de type III	ddl	Carré moyen	F	Signification
	Temps	60,000	1	60,000	84,000	,000
	Doses	35138,400	1	35138,400	39,312	,000

L'analyse de la variance du taux de germination des graines de tomate sous l'effet des différentes doses appliquées in vitro dans le temps (5j, 10j, 15j) révèle une différence très Hautement significative pour les deux facteurs (Temps, doses) avec une probabilité **P=0,000** et $p < 5\%$ (**Tableau 02**).

D'après les graphiques de la **Figure 26**, on constate qu'il y a un effet croissant sur la germination dans le temps (**Figure a**). Du point de vue effets doses, on remarque que le traitement biologique à base du purin d'ortie à la dose pure (D1) et la dose faiblement diluée (D2) révèlent des résultats moins importants que la dose homologuée (DH) du produit chimique. Le purin d'ortie à la dose moyennement diluée (D3) présente une meilleure stimulation sur la germination des graines traitées par rapport à la DH du produit chimique (**Figure b**).

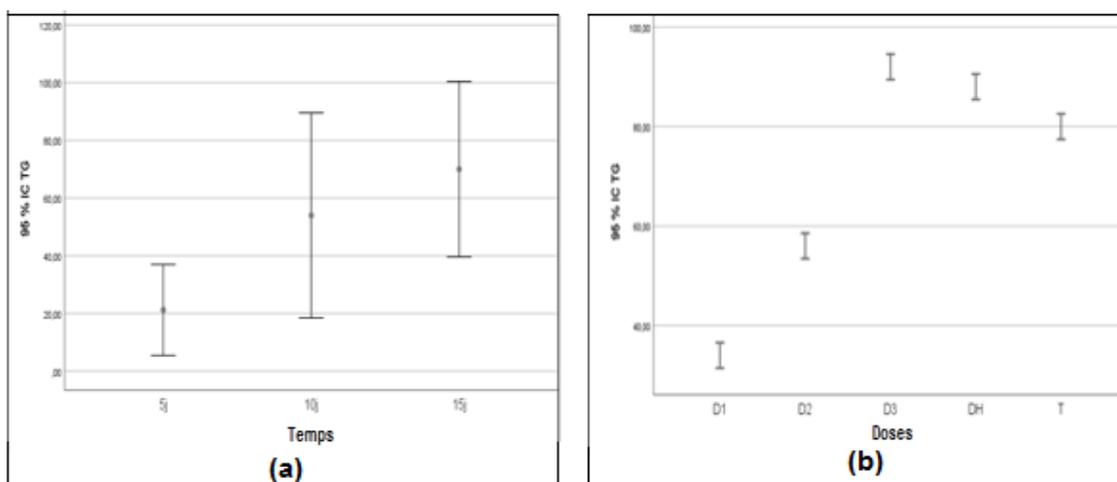


Figure 26 : Analyse de la variance du taux de germination des graines en fonction du Temps (a) et des Doses (b).

IV.1.4.2 Analyse de la variance de la vitesse de germination des graines

Tableau 03 : Analyse de la variance de la vitesse de germination par rapport aux doses appliquées.

Source	Variable dépendante	Somme des carrés de type III	ddl	Carré moyen	F	Signification
	Doses	2041,667	1	2041,667	24,698	,000

L'analyse de la variance ANOVA montre l'effet des traitements biologiques et chimique à différentes doses par rapport au témoin sur la vitesse de germination des graines. Les résultats révèlent un effet très hautement significatif pour le facteur (Doses) dont $p = 0,000$ et $p < 5\%$ (**Tableau 03**).

D'après le graphique, on constate que la dose pure (D1) et la dose faiblement diluée (D2) présentent une faible vitesse de germination en les comparant avec la dose moyennement diluée (D3) et la dose homologuée (DH). En revanche, la (D3) du produit biologique a montré un effet sur la vitesse de germination plus important que la dose homologuée du produit chimique (**Figure 27**).

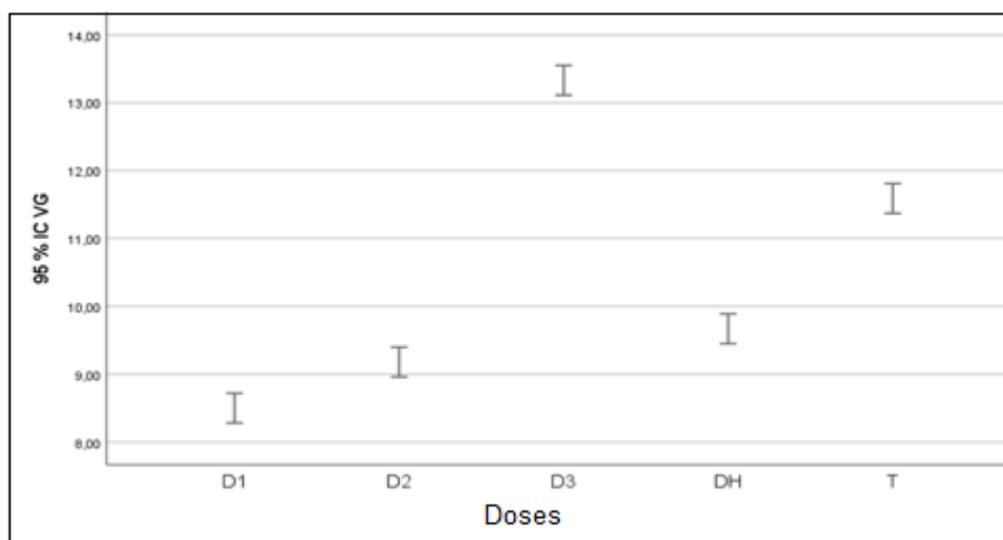


Figure 27 : Analyse de la variance de la vitesse de germination des graines en fonction des Doses.

IV.1.4.3 Analyse de la variance de la longueur des racines des graines

Tableau 04 : Analyse de la variance de la longueur des racines par rapport au temps et aux doses appliquées.

Source	Variable dépendante	Somme des carrés de type III	ddl	Carré moyen	F	Signification
	Temps	60,000	1	60,000	84,000	,000
	Doses	10,417	1	10,417	37,076	,000

D'après le **Tableau 04**, L'analyse statistique ANOVA a révélé une différence très hautement significative pour les deux facteurs (Temps, doses) avec une probabilité **P=0,000** et $p < 5\%$.

Les résultats graphiques (**Figure 28**), montrent une croissance radiculaire croissante dans le temps (**Figure a**). Quant à l'effet des différents traitements, on a remarqué que le bioproduit à la dose pure (D1) a exposé une faible stimulation de la germination des graines par rapport aux autres doses testées. La (D2) et le témoin montrent un accroissement des racines plus important que la dose homologuée (DH) tandis que la dose moyennement diluée (D3) affiche la plus forte croissance radiculaire (**Figure b**).

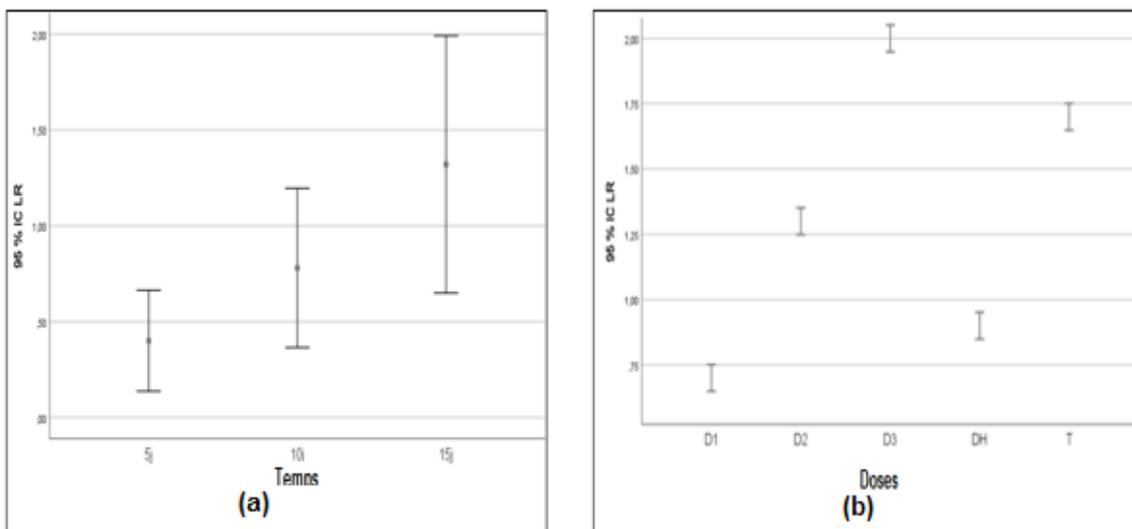


Figure 28 : Analyse de la variance de la longueur des racines des graines en fonction du Temps (a) et des Doses (b).

V.2 Essai in vivo

IV.2.1 Estimation temporelle de l'effet dose sur le taux de germination des graines

Le taux de germination, exprimé par le pourcentage des graines germées a été évalué à différents temps (5^{ème} jr jusqu'à 15^{ème} jr) sous l'effet des traitements. Les résultats obtenus sont représentée dans la **Figure 29**.

De même que pour l'essai in vitro, la D3 s'avère la plus efficace par rapport aux autres traitements appliqués en enregistrant le pourcentage de germination le plus élevé dès le 5^{ème} jour avec une valeur de 66,66%. Une augmentation de la germination est consignée au 10^{ème} et au 15^{ème} jour avec une valeur maximale de 77,77%.

On constate un faible accroissement du taux de germination au niveau du lot traité avec la D1. Cependant, un taux de 16,66% est enregistré au 5^{ème} jour, suivi de 33% au 10^{ème} jour pour atteindre les 38,88% au 15^{ème} jour.

Pour la D2, la germination présente un taux de 44,44% au 5^{ème} jour. Néanmoins, l'évolution dans le temps est accompagnée d'une augmentation de TG jusqu'à la valeur maximale de 55,55% au niveau de 10^{ème} jour qui se maintiendra jusqu'au 15^{ème} jour.

En revanche, la DH, celle-ci a montré un effet sur la germination sensiblement proche de celui du témoin avec une différence de 5% au 5^{ème} jour. Cependant les graines traitées par la DH ont affiché un taux de 55,55% au 5^{ème} jour, puis le même taux que le témoin avec 72,22% de germination au 10^{ème} et à la fin du suivi.

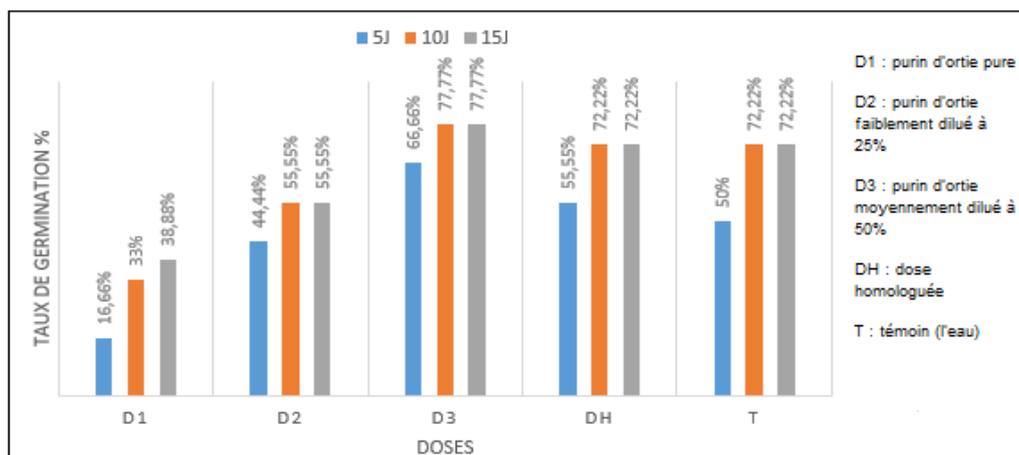


Figure 29 : Estimation temporelle de l'effet doses sur le taux de germination des graines.

IV.2.2 Estimation de l'effet dose sur la vitesse de germination des graines

D'après la **Figure 30** on remarque que la plus forte vitesse de germination des graines est présentée avec la D3 en affichant une valeur de 17,50%, et que la D1 a montré la plus faible vitesse de germination avec une valeur de 8.50%.

Ainsi, on constate que la D2 et la DH affichent une vitesse de germination supérieure à celle du témoin, avec des valeurs sensiblement proches de l'ordre de 16,66% et 16,25% respectivement, cependant le témoin enregistre une vitesse de germination de 15,29%.

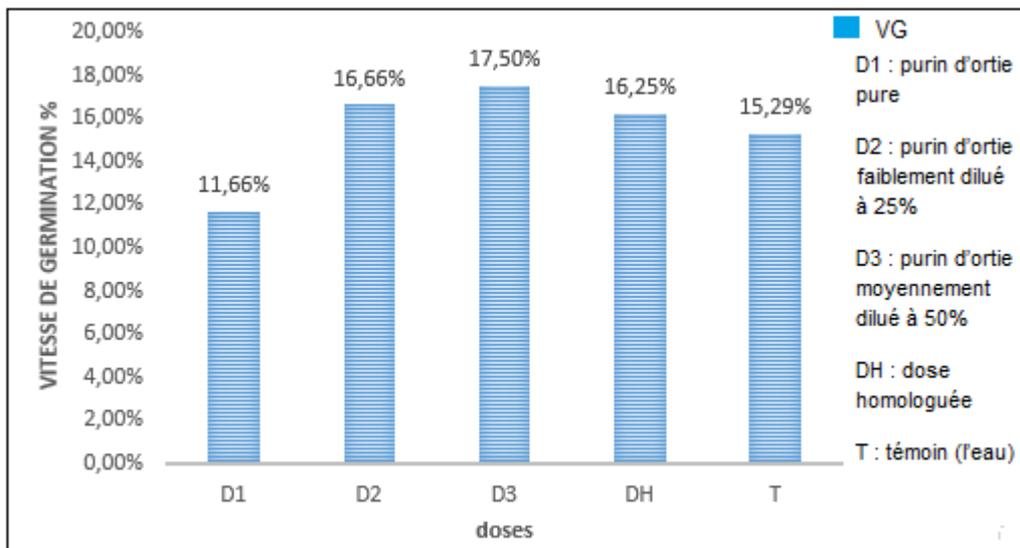


Figure 30 : Effet dose sur la vitesse de germination des graines.

IV.2.3 Estimation temporelle de l'effet doses sur la longueur des racines

Les résultats de la **Figure 31**, portant sur la variation temporelle de la longueur des racines des graines en fonction des différents traitements ont montré que la D3 révèle un effet positif sur la croissance racinaire et que la D1 présente un faible accroissement des racines par rapport aux autres traitements appliqués.

En effet, la dose D3 affiche une longueur de 1,2cm au 5^{ème} jour, puis 1,5cm au 10^{ème} jour. Quant au 15^{ème} jour Une augmentation très importante de la croissance racinaire est enregistrée avec une valeur de 3,2cm. La D1 quant à elle affiche une longueur de 0,5cm au 5^{ème} jour puis de 0,7cm au 10^{ème} jour et enfin de 1cm au 15^{ème} jour.

En revanche, la D2, la DH et le témoin suivent la même d'évolution, en affichant les valeurs respectives de 0,5cm, 0,7cm et 0,8cm au 5^{ème} jour puis de 1,2cm, 1,3cm et de 1,2cm au 10^{ème} jour et enfin de 1,5cm, 1,7cm et 2cm à la fin du suivi.

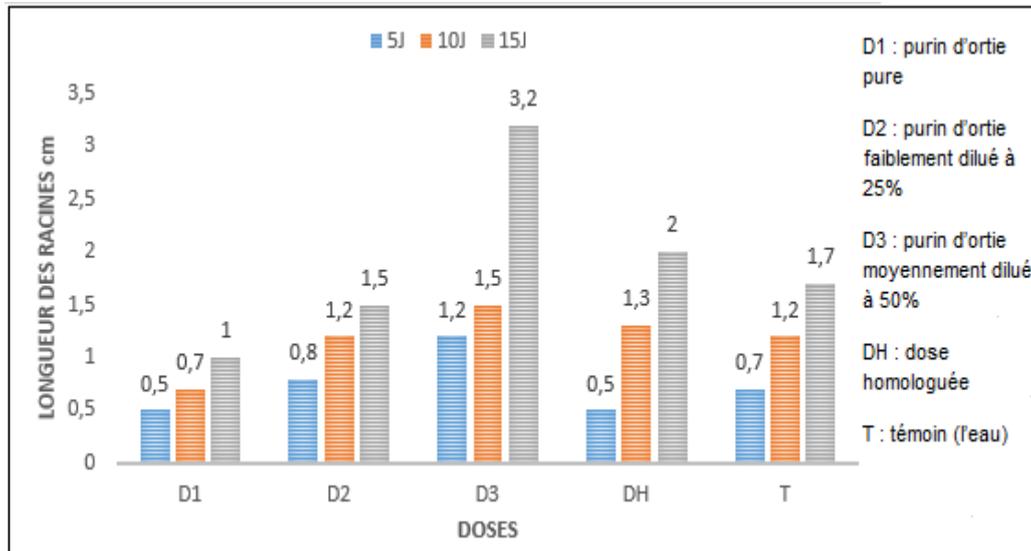


Figure 31 : Estimation temporelle de l'effet dose sur la longueur des racines

IV.2.4 Analyses de la variance de l'essai in vivo

IV.2.4.1 Analyse de la variance du taux de germination des graines

Tableau 05 : Analyse de la variance du taux de germination par rapport au temps et aux doses appliquées.

Source	Variable dépendante	Somme des carrés de type III	ddl	Carré moyen	F	Signification
	Temps	60,000	1	60,000	84,000	,000
	Doses	44351,241	1	44351,241	86,524	,000

D'après le **Tableau 05**, L'analyse de la variance ANOVA du taux de germination des graines sous l'effet des différentes doses appliquées in vivo dans le temps (5j, 10j, 15j) révèle une différence très hautement significative pour les deux facteurs (Temps, doses) avec une probabilité **P=0,000** et $p < 5\%$.

Les résultats graphiques de la **Figure 32**, illustrent l'effet temporel des différentes doses du bioproduit à base de purin d'ortie et la dose homologuée du produit chimique comparé à un lot témoin. On remarque qu'il y a une évolution graduelle de la germination dans le temps (**Figure a**). quant à l'effet dose, on

remarque que le traitement biologique à base de purin d'ortie à la dose pure (D1) et la dose faiblement diluée (D2) révèlent une biostimulation de la germination moins importante que la dose moyennement diluée (D3) et la dose homologuée (DH) du produit chimique. En revanche le produit biologique à la (D3) affiche un effet positif sur la germination par rapport au produit chimique (**Figure b**).

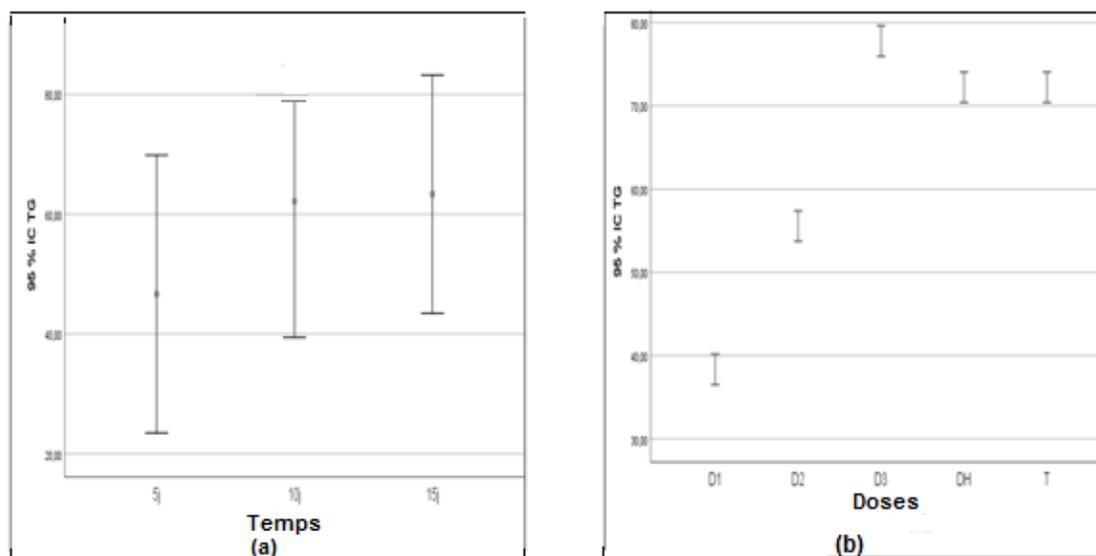


Figure 32 : Analyse de la variance du taux de germination des graines en fonction du Temps (a) et des Doses (b).

IV.2.4.2 Analyse de la variance de la vitesse de germination des graines

Tableau 06 : Analyse de la variance de la vitesse de germination par rapport aux doses appliquées.

Source	Variable dépendante	Somme des carrés de type III	ddl	Carré moyen	F	Signification
	Doses	216,600	1	216,600	9,769	,007

L'analyse de la variance ANOVA montre l'effet des traitements à différentes doses par rapport au témoin sur la vitesse de germination des graines. Les résultats obtenus révèlent un effet très significatif pour le facteur Doses dont $p = 0,007$ et $p < 5\%$ (**Tableau 06**).

Les graphiques de la **Figure 33**, représentent l'effet des différentes doses sur la VG des graines. Cependant, on constate que le biostimulant à base de purin d'ortie à la dose moyennement diluée (D3) enregistre la vitesse de germination la plus

intéressante comparée aux autres doses (D1) et (D2) du produit biologique et à la dose homologuée (DH) du produit chimique.

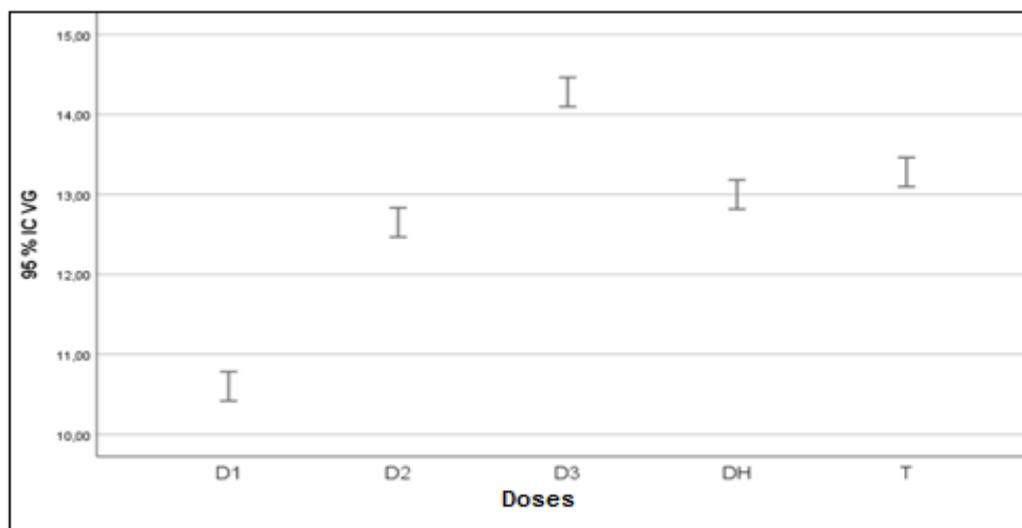


Figure 33 : Analyse de la variance de la vitesse de germination des graines en fonction des Doses.

IV.2.4.3 Analyse de la variance de la longueur des racines des graines

Tableau 07 : Analyse de la variance de la longueur des racines par rapport au temps et aux doses appliquées.

Source	Variable dépendante	Somme des carrés de type III	ddl	Carré moyen	F	Signification
	Temps	60,000	1	60,000	84,000	,000
	Doses	29,121	1	29,121	144,328	,000

D'après le **Tableau 07**, L'analyse statistique a révélé une différence très hautement significative pour les deux facteurs (Temps, doses) avec une probabilité $p = 0,000$ et $p < 5\%$.

Les graphiques de la **Figure 34**, illustrent l'effet temporel des différentes doses du bioproduit à base de purin d'ortie et de la dose homologuée du produit chimique comparés à un lot témoin. Cependant, on remarque qu'il y a une croissance radiculaire graduelle dans le temps (**Figure a**). Quant à l'effet des différents traitements, on observe que la dose faiblement diluée (D2) du produit biologique et la dose homologuée de produit chimique présentent un effet convergent sur la croissance radiculaire des graines. D'autre part la dose pure (D1) affiche une faible stimulation

sur la longueur des racines par rapport aux autres doses testées. Néanmoins la dose moyennement diluée (D3) montre une bonne stimulation et un bon développement racinaire comparée à la dose produit chimique (**Figure b**).

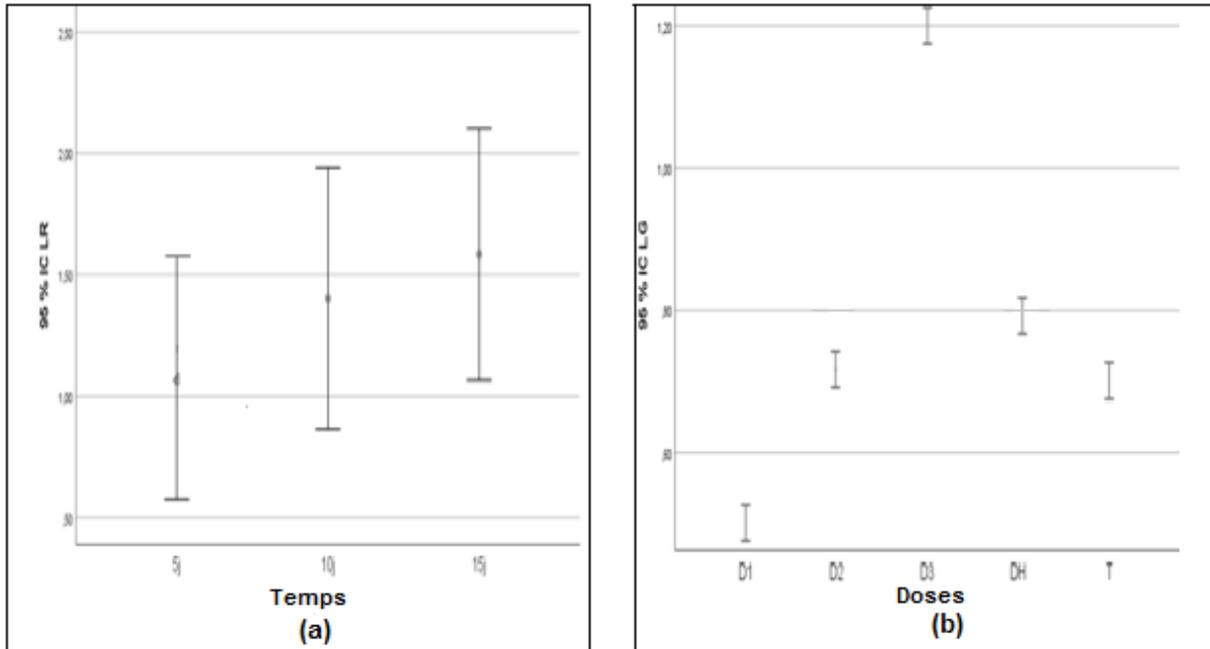


Figure 34 : Analyse de la variance de la longueur des racines des graines en fonction du Temps (a) et des Doses (b).

V. Discussion

La problématique dans cette étude est le recours à un biostimulant à base du purin d'ortie, en tant que méthode de fertilisation biologique en substitution aux produits de synthèse.

La fertilisation est l'ensemble des techniques agricoles consistant à apporter à un milieu de culture, tel que le sol, les éléments minéraux nécessaires (matières fertilisantes) au développement de la plante. Cependant, l'utilisation inconsidérée de fertilisants peut avoir un impact sur l'environnement. L'avantage des fertilisants, qui est d'apporter des éléments nutritifs à la plante, peut alors se transformer en risque pour l'environnement (**Schvartz et al., 2005**).

Ces dernières années, Les producteurs sont de plus en plus incités à opter pour des pratiques de production durables en limitant l'utilisation d'engrais chimiques et de pesticides. Parmi les saines pratiques de gestion, ils ont maintenant accès, entre autres, à un vaste choix de produits appelés biofertilisants pour minimiser les effets délétères des engrais chimiques (**Balesdent, 1996**).

La germination est une étape cruciale dans le cycle de développement des végétaux. Cependant, les résultats de l'étude indiquent que chacun des deux fertilisants chimique et biologique a un effet bien défini sur la croissance des graines de tomate Zahra constaté en premier lieu au stade de la germination sous l'effet de doses, variant de la dose pure, à la dose faiblement diluée (25%), à celle moyennement diluée (50%), et en passant par la dose homologuée du produit chimique. Cependant, toutes les doses testées possèdent un effet sur la germination plus ou moins important envers les graines traitées in vitro et in vivo. Ainsi, la dose moyennement diluée (D3) se révèle la plus efficace par rapport aux autres doses testées en ayant un effet allélopathique positif (stimulateur) alors que la (D1) représente la dose la moins intéressante montrant l'effet le plus faible. En effet, plus la concentration en purin d'ortie est grande, moins est la capacité de germination des graines de tomate. Nos résultats sont comparables avec ceux de **Ghomari et al, (2017)** qui ont montré que l'utilisation du purin d'ortie comme un fertilisant pour le pois chiche est fortement dépendant du facteur variété et qu'il n'est efficace que s'il est appliqué à la concentration 20%. De même, **Moutsie (2002); Goulfier (2010); Tissier**

(2011) rapportent que le purin d'ortie doit toujours être dilué (de 3 à 20 % selon les utilisations) car s'il est utilisé pur il a un effet dés herbant.

Selon **About et al., (2019)**, l'extrait aqueux de *Ruta montana* inhibe à 100% la germination des graines de l'alpiste des canaries, alors qu'il n'a inhibé que 4% de la germination des graines de la laitue. Une concentration de 4% de l'extrait aqueux d'*Ammi visnaga* ont totalement inhibé la germination de l'alpiste des canaries. D'après **Ben-Hammouda (2001)**, l'effet des extraits d'orge (*Hordeum vulgare* L.) sur la germination et la croissance des jeunes plantes de blé tendre et de blé dur. Ont montré que le blé dur et le blé tendre répondent différemment au potentiel allélopathique de l'orge, avec une sensibilité plus prononcée chez le blé tendre.

Les résultats obtenus illustrant la comparaison entre l'efficacité d'un fertilisant chimique et d'un biostimulant à base de purin d'ortie montrent globalement la présence des différences hautement significatives entre les différentes doses et le facteur temps sur les paramètres de germination des graines à savoir: le taux de germination, la vitesse de germination et la longueur des racines. Toutefois, les graines de tomate traitées par le bioproduit à la dose moyennement diluée (D3) de purin d'ortie récolté dans le Parc National de Chréa (Blida) présente un effet biostimulant plus important, que celui des graines traitées à la dose homologuée du produit chimique utilisé.

De ce fait, nos résultats sont comparables avec d'autres travaux qui montrent que les biostimulants ont un effet positif ou négatif sur la germination et la croissance des végétaux. En effet, d'après **Silguy (1998)**, la stimulation a pour objectif de maintenir ou d'augmenter la fertilité des sols et leur activité biologique pour améliorer la croissance, la qualité des cultures et augmenter le rendement. Il s'agit de «nourrir le sol pour nourrir la plante» durant toute sa croissance, en privilégiant les engrais organiques qui sont transformés par les êtres vivants du sol avant d'être progressivement absorbables par les plantes. La stimulation organique favorise une bonne croissance des paramètres végétatifs (nombre et longueur des tiges/racines, nombre des feuille, surface foliaire).

Plusieurs travaux ont testé le purin d'ortie. Cependant, **Bertrand (2010); Tissier (2011)** stipulent que ce n'est qu'en 1981 que des chercheurs se sont penchés pour la première fois sur le purin d'ortie. En effet le suédois Rolf Peterson a comparé pendant deux mois l'action d'une solution minérale chimique à celle de l'extrait d'ortie sur des

plants de radis, d'orge, de tomate et de blé cultivés en serre. Le résultat est sans équivoque : la méthode naturelle a produit une quantité plus importante de matière végétale fraîche, mais aussi de matière sèche, et le système racinaire des plantes ainsi traitées était plus développé.

Selon **Barouche et al., (2015)**, l'étude de l'effet de différents types de fertilisants Biologique du percola (ou thé de compost) et chimique sur les paramètres de croissance végétative, en comparaison avec un témoin sans aucun apport a montré que la nature biologique et chimique des fertilisants engendre un effet significatif sur la variabilité de la croissance végétative du pois chiche (longueur de tiges et nombres de feuilles). Les résultats de l'augmentation de la hauteur des tiges en fonction du temps après application du biofertilisant et du fertilisant chimique laisse prétendre que le biofertilisant à la dose D1 : 4 ml/l et à la dose D2 : 8 ml/l sont plus importants que le fertilisant chimique. Le témoin reste plus efficace que les fertilisants chimiques avec des longueurs de tiges et un nombre de feuilles moins important que les biofertilisants.

Enfin, l'extrait fermenté du purin d'ortie appliqué à la dose (D3) sur les graines de tomate a prouvé son fort pouvoir stimulant qui est certainement due à l'accumulation présumée de composés chimiques qui pourraient jouer un rôle important dans la germination et favoriser la croissance racinaire. Cette hypothèse est confirmée par **Bertrand (2010); Tissier (2011)** qui rapportent que le purin d'ortie est riche en azote, en fer, en magnésium et en soufre mais contient peu de phosphates et avancent que cet extrait végétal est en fait un éliciteur et un phytostimulant.

Conclusion

Cette étude a été menée dans le but d'évaluer l'efficacité comparée d'un biostimulant à base du purin d'ortie collecté du Parc National de Chréa situé dans l'Atlas Blidéen et d'un stimulant chimique sur la germination des graines de tomate.

Les méthodes d'analyses statistiques adoptées, ont donné des résultats très hautement significatifs, pour tous les paramètres testés.

Les résultats obtenus pour les deux essais (in vitro et in vivo) ont révélé que l'impact du purin d'ortie comme un biostimulant sur la faculté germinative des graines de tomate de la variété Zahra présente un effet allélopathique positif et que la dose moyennement diluée (D3) s'avère la plus intéressante par rapport aux autres doses biologiques à savoir la dose faiblement diluée (D2) et la dose pure (D1) en agissant plus favorablement sur la germination et la croissance racinaire.

De même, on constate que l'extrait fermenté à la D3 a rivalisé la dose homologuée (DH) en exprimant une plus grande efficacité sur la germination et sur le développement racinaire des graines de tomate. En revanche, les graines traitées avec la D1 et la D2 du produit biologique montrent un résultat moins important sur la germination que celle traitées avec la (DH) du stimulant chimique.

D'autre part, le facteur temps semble avoir un effet positif sur la longueur des racines et sur l'augmentation du taux et de la vitesse de germination des graines de tomate.

Il en ressort donc que le traitement le plus performant pour tous les paramètres étudiés a été celui de la D3 correspondant à la dose moyennement diluée du purin d'ortie. En effet, plus la concentration en purin d'ortie est grande, moins est la capacité de germination des graines de tomate.

Ce travail permet de dire que ce biostimulant pourrait être appliqué par les agriculteurs pour améliorer le rendement de leur culture et réduire l'utilisation abusive des engrais chimiques, ce qui est très utile pour préserver la santé humaine et prévenir la pollution de l'environnement.

Pour conclure, nous émettons quelques réflexions et recommandations sous forme de perspectives pour une bonne exploitation de cet extrait fermenté de l'espèce médicinale (*Urtica dioica*). Il serait donc intéressant de ;

- Poursuivre ces recherches, afin de déterminer les doses qui seraient quantitativement et qualitativement les plus rentables pour la culture de la tomate.
- Vérifier son effet biopesticide contre les maladies et les insectes ravageurs de la tomate.
- Évaluer son effet sur le développement des plantes d'autres cultures.
- Réaliser le profile chimique de ce biostimulant et définir son rôle dans leur tolérance à différents stress biotiques et abiotiques.
- Formuler ce biostimulant pour assurer sa bonne conservation.

Références Bibliographique

A

About M., Ben-sellam E. L., Moutiq R., El-yacoubi H., Rochdi A., 2019 - *Effet allélopathique de quelques plantes médicinales sur la germination des graines de Phalaris canariensis L. et Lactuca sativa L.*, Revue Marocaine de Protection des Plantes, N° 13: 1-7.

Ammari S., 2011 - *Contribution à l'étude de germination des graines des plantes sahariennes broutées par le dromadaire*. Mémoire d'ingénieur, 46p.

Andrew F., 2000 - *The tomato in America, Early history, culture and cooking*, University of illinois Press, p. 15.

Anonyme1, 2007 - Sarl CASAP. Variétés de tomate. (PDF).3P.

Anonyme2, 2009 - *Nouveau prédateur de la tomate*. États des lieux et programme d'action. Note De l'Institut National de Production des Végétaux (INPV).

Anonyme3, 2018- biostimulants usages et avantages, Espaces Public et Paysage pdf 60-61p.

B

Balesdent J., 1996 - *Point sur l'évolution des réserves organiques des sols en France*, INRA, Paris, pp. 245.

Barouche S., Boularas S., 2015 - *Évaluation de l'effet de deux fertilisants chimiques et d'un biofertilisant sur la croissance végétative du pois chiche (Cicer arietinum L.)*, Mém. Master en Sciences Biologiques, Spé. Biotechnologie et protection des végétaux, Fac. Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre, Uni. Bordj Bou Arreridj, Algérie, P.38.

Beauchamp C.J., 1993 - *Mode d'action des rhizobactéries favorisant la croissance des plantes et potentiel de leur utilisation comme agent de lutte biologique*. *Phytoprotection* 74 (1): 19.

Beliaidi F., Tamerdjent K., 2019- *L'impact du plomb sur le taux, la vitesse de germination et les paramètres anatomiques de Moringa oléifera L.*, Mém. de fin d'études de Master en biologie, Spé. Biodiversité et environnement, Fac. des Sciences de la Nature et de la Vie, Uni. Abdelhamid IbnBadis-Mostaganem.

- Ben-Hammouda M., Ghorbal H., Robert J., KREMER C., Oueslati O., 2001** - *Allelopathic effects of barley extracts on germination and seedlings growth of bread and durum wheats*, Agronomie, INRA, EDP Sciences. (21) 65–71P.
- Bentvelsen C. L. M., 1980** - *Réponse des rendements à l'eau*. Ed. Dunod. 235p.
- Bertrand B., 2010** - *Les secrets de l'Ortie de Terran*. Vol. 1. Le compagnon végétal.
- Blancard D., Laterrot H., Marchoux G., et Candresse T., 2009** - *les maladies de la tomate : Identifier, connaitre, maitriser*. Grands Angustins, Paris, p. 18, 20.

C

- CAS (Chambre Syndicale des Améliorants Organiques et Supports de Culture), 2015** - *Biostimulants : Une clé pour produire mieux avec moins d'intrants*, 4p. www.cas-asso.com.
- Celma A.R., Cuadros F., Lopez-Rodriguez F., 2009** - *Characterization of industrial tomato by-products from infrared drying process*. Food bioproducts proc. 87; 282-291.
- Chaux C., 1994** - *Productions légumières*, T3, ED : tec -doc Lavoisier, Paris, 235p.
- Chougar S., 2011** - *Bioécologie de la mineuse de la tomate Tuta absoluta (MEYRICK, 1917) (Lepidoptera : Gelechiidae) sur trois variétés de tomate sous serre (Zahra, Dawson et Tavira) dans la wilaya de Tizi-Ouzou*, Mem de Magister, Spécialité : Sciences Biologiques, Option : Ecologie et Biodiversité Animales des Ecosystèmes Continentaux, Uni. Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, Algérie ,98p.
- Cirad (Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement France) et Gret (groupe de recherche et d'échanges technologique, ministère des affaires étrangères), 2002** - *Mémento de l'agronomie*. Ed Quae. p.1045-1046.
- Climate-data-ORG** [En ligne] <https://fr.climate-data.org/afrique/algerie/blida/blida-3562/> Consulté le 30/08/2020.
- Chougar S., 2011** - *Bioécologie de la mineuse de la tomate Tuta absoluta (MEYRICK, 1917) (Lepidoptera : Gelechiidae) sur trois variétés de tomate sous serre (Zahra, Dawson et Tavira) dans la wilaya de Tizi-Ouzou*, Mem de Magister, Spécialité : Sciences Biologiques, Option : Ecologie et Biodiversité Animales des Ecosystèmes Continentaux, Uni. Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, Algérie ,98p.
- Côme D., 1970** - *Les obstacles à la germination (monographie et physiologie végétale)*. Ed. Masson et Cie (Paris), 162p.

D

Desgagnés M., 2005 - *L'Ortie dioïque, Guide de production sous régie biologique*, Bibliothèque nationale du Québec.

Dreamstime [En ligne] <https://fr.dreamstime.com/illustration-stock-germination-graine-image89479522> Consulté le 17/09/2020

F

Faessel L., Tostivint C., et Schaller N., 2015 - *Produits de stimulation en agriculture visant à améliorer les fonctionnalités biologiques des sols et des plantes : état des lieux et perspectives*. Rapport final d'une étude commanditée par le Centre d'Etude et de Prospective du Ministère de l'Agriculture, de l'Agro. Alimentaire et de la Forêt. 8 p.

Ferrero M., 2009 - *Etude de la variabilité des comportements alimentaires du prédateur et conséquences pour la lutte biologique*. Thèse doctorat. Montpellier Sup Agro., 228 p.

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

Fontaine L., 2010 - *Urtica dioica, Guide de production sous régie biologique*, Bibliothèque et Archives nationales du Québec.

G

Gallais A., Bannerot H., 1992 - *Amélioration des espèces végétales cultivées, objectifs et critères de sélection*. Ed. INRA, Paris. 382 p.

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

Ghomari S., Hamdi S., Haddad M., Filali Y., 2017 - *L'ortie, engrais naturel pour la croissance précoce du pois chiche (Cicer arietinum L) de type kabuli*, Programme de recherche de l'INRAA, SBA (Algérie).

Ghomari S., Hamdi S., Haddad M., Filali Y., 2017- *L'ortie, engrais naturel pour la croissance précoce du pois chiche (icer arietinum L) de type kabuli*, Programme de recherche de l'INRAA, SBA (Algérie), 13p.

Grissa K., 2010 - *Etude de base sur les cultures d'agrumes et de tomates en Tunisie, Regional Integrated, Pest Management Program in the Near East. GTFS /REM/ 070/ ITA, 92 P.*

H

Heller R., 1981 - *Physiologie végétale*. Tome I : nutrition. 2ème Edition Masson.

Hopkins W.G., 2003 - *physiologie végétale* .traduction de la 2ème édition américaine par Serge. R. ED.de Boeck, p.66-81.

Huat J., 2008 - *Diagnostic sur la variabilité des modes de conduite d'une culture et de leurs conséquences agronomiques dans une agriculture fortement soumise aux incertitudes : cas de la tomate de plein champ à Mayotte*. Thèse doctorat. L'Institut des Sciences et Industries du Vivant et de l'Environnement, Agro Paris, 264 p.

J

Jeam p., Catmrine t. et giues I., 1998 - *biologie des plantes cultivees*, ED. l'Arpers, paris, 150p.

K

Kambale.V.C., 2006 - *Etude du comportement physiologique et agronomique de la tomate (*Solanumlycopersicum L*) en réponse à un stress hydrique précoce*. Publications universitaires de Louvain, 196 P.

Khati L., Tadjenant D., 2016 - *Evaluation de l'activité antioxydante et antimicrobienne des extraits phénoliques d'*Urtica dioica L**. Mém. de Master Académique en Biologie, Option Microbiologie Appliquée Fac. Des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques Dép. de Biochimie – Microbiologie, Uni. Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, Algérie 78p.

Kokibali ikoko I., 2009 - *Etude et mise en œuvre du choix variétal impact sur l'industrie : cas de la tomate*. Diplôme d'ingénieur en biotechnologie végétales. Département de biologie, Université de Guelma, p.2, 3.

L

Lakhdari F., 2019 - *Effet d'un biostimulant à base de champignons (*Trichoderma spp.*) sur la croissance du maïs (*Zea mays L.*) dans la région de Touggourt*, Mém. Master, Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie, Filière : Sciences biologiques, Spécialité : Biotechnologie végétale, Uni. Kasdi Merbah, Ouargla, 53p.

Langlade V., 2010 - *L'Ortie dioïque, *Urtica Dioica L.**, Etude bibliographique, Thèse de doctorat en Pharmacie, Université de Nante- France.

Latigui A., 1984 - *Effets des différents niveaux de fertilisation potassique sur la fructification de la tomate cultivée en hiver sous serre non chauffée*. Thèse de Magister. INRA El-Harrach, Algérie.

Laumonnier R., 1979 - *Culture légumineuses et marichaires*; Tome III, édition J.B Babièrre, Paris, 279p.

M

Mazliak P., 1982 – *Croissance et développement*. Physiologie végétale II. Hermann Ed, Paris, Collection Méthodes, 465p.

Meddour R., 2002 - Bioclimats, étages et séries de végétation de l'Atlas Blidéen (Algérie). *Phytocoenologia*, 32, 101-128p.

Meyer S., Reeb C., Bosdeveix R., 2004 - *Botanique, biologie et physiologie végétale*. Ed. Moline, Paris, 461p.

Michel V., 1997 - *La production végétale, les composantes de la production*. Paris, Ed. Danger, 478p.

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

Munro D. B., Small E., 1998 - *Les légumes du Canada* .NRC Research Press.

Mutin I., 1977- *la mitidja-decolonisation et espace géographique*, Ed. office publ. Univ. Alger, Algérie, 607p.

N

Naika S., Jeude J.V.L., Gofau M., Hilmi M., Van Dam B., Florijn A., 2005 – La culture de la tomate : production, transformation et commercialisation ; *Publié par Agromisa Foundation*, ISBN 9085730449, 9789085730446, 104p.

P

PNC, 2014 – plan de gestion du Parc National de Chréa, 157p.

Polese J. M., 2007- *La culture des tomates*. Institut nationale de recherche Agronomique. N° d'édition 84416, Ed. Artémis, 95p.

R

Rey Y. et Costes C., 1965 - *La physiologie de la tomate*, étude bibliographique .INRA. 111p.

S

Sayar R., Bchini H., Mosbahi M., Khemira H., Czech J. et Genet, 2010 - *plant Breed.*, 46(2), p. 54-63.

Schwartz C., Decroux J., Muller J.C., 2005 - *Guide de la fertilisation raisonnée: grandes cultures et prairies*, ED. France agricole, 407p.

Silguy C., 1998 - *L'agriculture biologique : Des techniques efficaces et non polluantes*, Paris, Editions Terre Vivante, 185p.

Shankara N., Jeude J. V. L., Goffau M., Hilmi M., Dam B. V., 2005 - *La culture de la tomate production, transformation et commercialisation*. Ed. Prota, 105 p.

Soltner D., 2007 - *les bases de la production végétale tome 3, la plante* .ED. Collection science et technique agricole paris, 304p.

Stewart p., 1969 - *Qotient pluviométrique et dégradation biosphérique*. Bull. doc. Inst. Nati. Agro., El Harrache, Algerie, 24p.

Sylvander B., Francois M. et Morin J.M., 2005 - *Les bases de l'agriculture biologique : définitions, réglementations, histoire et état des lieux*. IRD ED, 39 p.

T

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

U

UNIFA (Union des Industries de la Fertilisation), 2018 - *Biostimulants de la plante et du sol*. L'Union des Industries de la Fertilisation, Ferti-pratiques n°40 ,4p.

V

Vanstippen M., 2005 - *La grande ortie (Urtica Dioica)*, Cercles des Naturalistes de Belgique (CNB) – Section Les Sources.

Z

Ziri S., 2011 - *Contribution à la lutte intégrée contre Tuta absoluta sur tomate en plein champ*. Diplôme de magister, Option : Entomologie appliquée à la protection des végétaux, école national supérieur agronomique El Harrach, Algérie, 92p.