



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Ibn Khaldoun –Tiaret–
Faculté Sciences de la Nature et de la Vie
Département Sciences de la Nature et de la Vie

Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de Master académique

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Ecologie -Environnement

Spécialité : Agro-Ecologie

Présenté par :

1-M. ABDELLI Mohamed

2-M^{lle}. MBAREK Chahra

Thème

Biosurveillance de l'Air et Bio-indication de l'Ozone par la Courgette :

(Cucurbita Pepo. L et Cucurbita Pepo. Hybride F1.L)

Soutenu publiquement le 12/06/2021

Jury :

Grade

Président : M. HASSANI Abdelkrim

Professeur.

Encadrant : M. BOURBATACHE Mansour

Maitre Assistant Classe A.

Examineur : M. SAFA Omar

Maitre de Conférence Classe B.

Année universitaire 2020-2021

Remerciements

Nous souhaitons avant tout remercier Allah le tout-puissant pour toute sa miséricorde.

Nous tenons à remercier toutes les personnes qui ont contribué au succès et qui nous ont aidés
lors de la rédaction de ce mémoire.

Nous tenons à exprimer notre gratitude au directeur de ce mémoire et notre estimé enseignant et
cher encadrant M. **BOURBATACHE Mansour** pour sa patience, sa disponibilité et surtout ses
judicieux conseils, qui ont contribué à alimenter notre réflexion.

Nous remercions également : **Pr. HASSANI Abdelkarim** à qui revient l'honneur de présider le
jury

Ainsi que nous sommes profondément reconnaissants à **M. SAFA Omar** d'avoir accepté
d'examiner ce travail.

Un grand merci à tous les employés de laboratoire de physiologie végétale. Génétique et
amélioration des plantes de **SNV**

À toute personne qui nous à aider de près ou loin

Dédicace

Au nom d'Allah le tout miséricordieux le très miséricordieux

Je dédie ce travail à :

Mes chers parents Ahmed et Cherifa, je vous dédie ce travail en témoignage de mon amour le plus profond. Pour tous vos sacrifices, amour, tendresse, soutien, prières et patience tout au long de mes études, sans lesquels je n'en serais pas là aujourd'hui. Que Dieu, le tout-puissant, vous préserve et vous accorde santé, longue vie et bonheur.

Mon oncle Abdellah du fond du cœur pour tout ce qu'il a fait pour moi. Je sais que mon absence a été longue et j'espère pouvoir un jour rattraper le retard accumulé. Vous avez toujours ma gratitude éternelle.

Mes frères Youcef et Younes et ma chère sœur Mariem. Je ne peux que vous disiez merci pour votre présence dans ma vie et que Dieu vous protège et prenne soin de vous

À mon adorable nièce, la joie de mon cœur, Rouya "Princesse des Cœurs" qui en la voyant j'oublie la fatigue de toute la journée, que Dieu la préserve pour ses parents.

À mes amis K. Rabeih, B. Abderrazak, B. Wahid, A. imad, K. Ahlem, B. Abla, Z. Iman et mon binôme M. Chahra en témoignage de mon profond amour et respect. Je souhaite le succès et le bonheur. Que Dieu vous protégez et vous préserve le bonheur et la santé.

En effet, ce mémoire représente bien plus que de simples travaux. Ce mémoire est la finalité de cinq longues années d'études à toute ma famille pour leur soutien tout au long de mon parcours universitaire

Dédicace

Je dédie ce modeste travail :

*À l'homme, mon précieux offre du dieu, qui doit ma vie, ma réussite et tout mon respect. Mon
cher père Mohamed.*

*À la femme qui a souffert sans me laisser souffrir, qui n'a jamais dit non à mes exigences et qui
n'a épargné aucun effort pour me rendre heureuse. Mon adorable mère Zohra.*

*À mon frère Arbi et mes sœurs : Houaria, Khadidja, Maria, Nacira, Sihem, Aya, Bouchra, qui
n'ont pas cessé de me conseiller, encourager et soutenir tout au long de mes études que Dieu les
protège et leurs offres la chance et le bonheur.*

À mes adorables neveux qui savent toujours comment procurer la joie pour toute la famille.

*À mon binôme ABDELALI Mohamed pour son soutien moral, sa patience et sa compréhension
tout au long de ce travail.*

À mes amis : Hadil, Manel, Ikram, Asma, Abla, Ahlem.

*À monsieur BOURBATACHE Mansour pour son encadrement, motivation, collaboration et
sur tout son précieux conseil.*

Résumé

Le présent travail définit une méthode de détermination des impacts d'éléments photo oxydants atmosphériques (essentiellement l'ozone troposphérique) sur une espèce déjà commercialisée, qui présente un intérêt agronomique très important, à l'égard des autres légumes d'intérêt. C'est la Courgette, avec deux variétés commercialisées sont les suivants :

- Courgette quarantaine : (*CucurbitaPepo.L*).
- Courgette Hanane Hybride F1 : (*Cucurbita Pepo. Hybride F1.L*).

Les résultats se résument comme suivants :

L'analyse de la variation de la croissance végétative avant exposition (Implantation contrôlé) en matière de taille (cm) et nombre de feuille pendant deux (02) semaines de suivies. L'examen permet de définir une moyenne de croissance avec un rythme de croissance rapide et linéaire. L'analyse de la variation de la croissance végétative permet de définir un développement faible, pour la taille et la production de feuille pendant 10 jours d'exposition. Due principalement aux facteurs liés à la présence de l'Ozone, influence la croissance courgettes.

Mots clé

Pollution photochimique, Ozone (O₃), Dégâts foliaires, *Cucurbita Pepo.L*, Biostations, Chambre de culture

ملخص

يقدم هذا البحث طريقة لتحديد تأثيرات العناصر المؤكسدة ضوئيا بالغلاف الجوي ونخص بالذكر (الأوزون التروبوسفيري) وهذا على نوعين من الكوسى يتم تسويقهما. هذا النوع معروف بأهميته الزراعية.

1-Courgette quarantaine : (*CucurbitaPepo.L*)

2-Courgette Hanane Hybride F1 : (*Cucurbita Pepo. Hybride F1.L*)

نلخص النتائج كما يلي:

دراسة تغييرات النمو النباتي قبل التعرض للعوامل الخارجية. فيما يخص الطول وعدد الأوراق لمدة (2) أسبوعين متتاليين بنموذج نمو خطي مستمر. أما فيما يتعلق بمتغيرات النمو بعد التعرض للعوامل الخارجية داخل المحطات البيولوجية التي بينت طريقة نمو ضعيفة بسبب تأثير تراكيز نسبة الأوزون في الجو التي أدت الى هذا التناقص.

الكلمات المفتاحية

تلوث كيميائي ضوئي، أوزون، تلف الأوراق، محطة بيولوجية، غرفة الانبات

TABLE DES MATIERES

Liste des abréviations	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Introduction.....	1

PARTIE N°01 : Etude bibliographique

CHAPITRE N°01 : La Pollution Photochimique

I-1- La pollution atmosphérique.....	3
I-1-1- Les sources de la pollution atmosphérique	3
I-1-1-1- Pollution d'origine naturelle	3
I-1-1-2- Pollution d'origine anthropique.....	4
I-1-2- Les polluants primaires	4
I-1-2-1- Les oxydes de Soufre (SO ₂ et SO ₃)	4
I-1-2-2- Les oxydes d'azote (NO _x).....	4
I-1-2-3- Le monoxyde de carbone (CO)	5
I-1-2-4- Le dioxyde de carbone CO ₂	5
I-1-2-5- Composés organiques volatils (COV)	5
I-1-2-6- Méthane (CH ₄) ou Composé Organique non Volatile (CONV).....	5
I-1-2-7- Les particules en suspension.....	5
I-1-2-8- Métaux lourds	6
I-1-3- Les polluants secondaires	6
I-1-3-1- L'ozone [O ₃]	6
I-1-3-2- Description du phénomène de la pollution photochimique	7

CHAPITRE N°02 : Impact de la pollution photochimique sur la végétation

II-1- L'impact de la pollution photochimique sur la végétation.....	8
II-1-1- Réponse morphologique des végétaux vis à vis de la pollution photochimique	9
II-1-2- Impact sur le rendement végétatif et sur la biodiversité.....	9

II-1-3- Réponses physiologiques des plantes	10
II-1-3-1- Pénétration de l'Ozone par les stomates	10

Partie N°02 : Etude expérimentale

Chapitre N°01 : La Zone d'étude

I-1- Présentation générale de la wilaya de Tiaret	11
I-1-1- Situation géographique de la zone d'étude	11
I-1-2- Les voies de communications	11
I-2- Aperçue climatiques de la zone d'étude	12
I-2-1- Régime pluviométrique.....	12
I-2-2- Humidité atmosphérique	13
I-2-3- Régime thermique	13

Chapitre N°02 : Matériels et Méthode

II-1- Présentation de l'étude	14
II-2- But expérimental	14
II-2-1- La 1 ^{er} Phase dite avant exposition	14
II-2-2- La 2 ^{eme} Phase dite après exposition	15
II-3- Systématique de la Courgette dans le monde végétal	16
II-3-1- Description commerciale de la variété utilisée	16
II-4- Matériel et équipements utilisés dans l'expérience	16
II-5- La germination des grains de courgette	17
II-6- Indice de qualité de l'air	17
II-7- Rapport Matière fraîche /Matière Sèche	18

Chapitre N°03 : Résultats et Discussions

III-1- Analyse de la variabilité de la croissance végétative pour les deux variétés (Cucurbita Pepo. Hybride F1.L ; Cucurbita Pepo. L)	20
--	----

III-1-1- Suivie de la croissance en taille (cm) durant la phase de croissance en chambre de culture.....	20
III-1-2- Suivie de la croissance en système de feuillage durant la phase de croissance en chambre de culture	21
III-2- Analyse de la variabilité de la croissance végétative après exposition pour les deux variétés (<i>Cucurbita Pepo. Hybride Fl.L</i> ; <i>Cucurbita Pepo.L</i>).....	22
III-2-1- Suivie de la croissance en taille (cm) durant la phase de croissance en Biostations.....	22
III-2-2- Suivie de la croissance en système de feuillage durant la phase de croissance en Biostations.....	23
III-2-3- Suivie de des réponses morphologiques (Pourcentage moyenne des nécroses) durant la phase d'exposition.....	24
III-3- Calcule de l'indice de la qualité de l'air (Pourcentage des nécroses).....	25
III-4- Analyse des relations entre les concentrations en ozone et l'indicateur de santé foliaire (MF/MS) et l'indice de la qualité de l'air (PMN)	25
Conclusion générale.....	27
Références bibliographiques	

Liste des abréviations

COV	<i>Composés Organiques Volatils</i>
CO	<i>Monoxyde de Carbone</i>
CO₂	<i>Dioxyde de Carbone</i>
CH₄	<i>Méthane</i>
H₂S	<i>Sulfure d'Hydrogène</i>
H₂SO₄	<i>Acide Sulfurique</i>
MF/MS	<i>Matière fraîche/Matière sèche</i>
N₂O₃	<i>Trioxycide de Diazote</i>
N₂O₄	<i>Peroxyde d'Azote</i>
N₂O₅	<i>Pentoxycide d'Azote</i>
O₃	<i>Ozone Troposphérique</i>
PMN	<i>Pourcentage Moyenne des Nécroses</i>
PPM	<i>Partie par Million</i>
PPBV	<i>Partie par Milliard Volume</i>
PAN	<i>Peroxy-Acyl-Nitrates</i>
PM	<i>Particulate Matter</i>
SO₄	<i>Sulfate</i>
SO₂	<i>Dioxyde de Soufre</i>
SO₃	<i>Trioxycide de Soufre</i>
µg	<i>Microgramme</i>

Liste des Figures

Figure N°01 : Formation de l’ozone dans les villes.....	07
Figure N°02 : Représentation schématique de l’environnement des surfaces foliaires.....	10
Figure N°03 : Situation géographique de la Wilaya de Tiaret.....	11
Figure N°04 : Evolution de pluviosité de la zone d’étude.....	12
Figure N°05 : Evolution de l’humidité de la zone d’étude	13
Figure N°06 : Chambre de culture pour l’implantation des deux variétés de courgette	15
Figure N°07 : Biostations pour le suivie d’implantation des deux variétés de courgette.....	15
Figure N°08 : Germination des grains de courgette	17
Planche N°09 : Model de référence d’identification des nécroses foliaire.....	19
Figure N°10 : Variabilité de la croissance végétative (Taille cm) pour dans les conditions contrôlées (Chambre de culture).....	20
Figure N°11 : Variabilité de la croissance végétative (Nbre de feuille) pour (<i>Cucurbita Pepo.Hybride F1.L</i> ; <i>CucurbitaPepo.L</i>) dans les conditions contrôlées (Chambre de culture).....	21
Figure N°12 : Variabilité de la croissance végétative (La taille en cm) pour (<i>Cucurbita Pepo. Hybride F1.L</i> ; <i>CucurbitaPepo.L</i>) dans les conditions naturelle (Biostations).....	22
Figure N°13 : Variabilité de la croissance végétative (N° de feuille) pour (<i>Cucurbita Pepo. Hybride F1.L</i> ; <i>CucurbitaPepo.L</i>) dans les conditions naturelle (Biostations).....	23
Figure N°14 : Variabilité des réponses morpho-physiologiques (Indice de qualité de l’air) (pour (<i>Cucurbita Pepo. Hybride F1.L</i> ; <i>CucurbitaPepo.L</i>)) durant la phase d’exposition.....	24
Figure N°15 : Relation entre l’Ozone en fonction du Rapport MF/MS % et les pourcentages moyenne des nécroses.....	25

Liste des Tableaux

Tableau N°01 : Systématique de (<i>Cucurbitapipo .L</i>)	16
Tableau N°02 : Description commerciale de la variété utilisée.....	16
Tableau N°03 : Indice de la qualité de l'air	18
Tableau N°04 : Indice de qualité de l'air (Pourcentage moyenne des nécroses).....	25
Tableau N°05 : Classes des concentrations en Ozone en fonction des paramètres testées.....	25

Introduction

Introduction

L'ozone troposphérique, de par son rôle dans le forçage radiatif et son impact sur les organismes, de plus c'est un polluant photochimique secondaire d'origine anthropique dont les concentrations ont dangereusement augmenté depuis le début du XXème siècle. (**Vingarzan, 2004**)

En effet, en plus des risques avérés pour la santé humaine (Maladies dégénératives, arthrose, troubles cardiaques, troubles nerveux, cancers...etc.) l'impact de l'ozone sur les plantes est connu depuis plusieurs décennies et toujours pas entièrement compris. (**Vingarzan R, 2004**)

Ses effets sur les végétaux perturbent un certain nombre de processus écophysologiques et biochimiques essentiels au développement des végétaux.

Le présent travail définit une méthode de détermination des impacts d'éléments photo-oxydants atmosphériques (essentiellement l'ozone troposphérique) sur une espèce déjà commercialisée, qui présente un intérêt agronomique très important, à l'égard des autres légumes d'intérêt. C'est la courgette.

But expérimental :

- La variabilité des réponses Morphologiques.
- Les dégâts et les anomalies comportementales provoquées sur (la courgette).
- Détermination de l'indicateur de santé foliaire.
- Détermination des concentrations d'ozone.
- Détermination de l'indice de la qualité de l'air (PMN %).

Plan du travail

Dans une première partie, nous ferons à une série d'études bibliographiques. Nous nous limiterons aux travaux dont l'objectif était analogue au notre travail. Nous présenterons ensuite une partie expérimentale en premier lieu une description détaillée de notre zone d'étude suivie par un chapitre matériel et méthodes pour atteindre notre objectif.

Les échantillons seront traités au niveau des laboratoires de recherche faculté sciences de la nature et de la vie.

Le troisième chapitre sera consacré à la présentation et la discussion des résultats : Nous développons en fin une conclusion qui synthétisera les principaux résultats et leurs conséquences sur les efforts à poursuivre sur le plan de la gestion des sources de pollution et de voir l'impact de la pollution sur les végétaux.

PARTIE N°I

ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE N°1

LA POLLUTION PHOTOCHEMIQUE

I-1-La pollution atmosphérique

La pollution atmosphérique est clairement définie : « constitue une pollution atmosphérique. L'introduction par l'homme, directement ou indirectement, dans l'atmosphère et les espaces clos, des substances ayant des conséquences préjudiciables de nature à mettre en danger la santé humaine, à nuire aux ressources biologiques et aux écosystèmes, à influencer sur les changements climatiques, à détériorer les biens matériels, à provoquer des nuisances olfactives excessives » (**Germain, 2017**).

La pollution atmosphérique découle des modifications de la composition chimique de l'air, sous l'effet des activités humaines. Elle peut se manifester depuis l'échelle urbaine et locale jusqu'à l'échelle planétaire et les risques liés à ces changements ne sont pas de même nature selon l'échelle spatio-temporelle concernée.

Les changements de la composition chimique de l'air à l'échelle planétaire se manifestent notamment par un accroissement des teneurs en gaz à effet de serre tels que le gaz carbonique ou le méthane, et génère principalement un risque de modification majeure du climat de la planète.

En revanche, les pollutions locales, en milieu industriel ou urbain par exemple, présentent surtout des risques pour la santé humaine du fait des teneurs en polluant tels que les oxydes de soufre, les oxydes d'azote, les particules, qu'on peut alors rencontrer. D'autres formes de pollution se manifestent également aux échelles intermédiaires, notamment sous forme de pollutions acido-oxydantes, et peuvent affecter les écosystèmes (**Belhadj, 2015**).

L'accumulation de ces polluants est aussi à l'origine des phénomènes de pluies acides qui ont un impact très négatif sur la végétation ou encore du réchauffement terrestre (**Arques, 1998**).

I-1-1-Les sources de la pollution atmosphérique

I-1-1-1-Pollution d'origine naturelle

L'atmosphère renferme, à côté des éléments de base, une quantité variable de substances naturelles provenant de sources très diverses qui, dépassant un seuil, crée une source de pollution :

L'homme et les animaux rejettent des quantités importantes de dioxyde de carbone et sont à l'origine d'une pollution microbienne (**Elishegaray, 2008**).

L'atmosphère contient une quantité variable de substances, gaz et aérosols, d'origine naturelle provenant de sources extrêmement diverses. Poussières et gaz d'origine volcanique,

ainsi sur environ 1500 volcans actifs actuellement, il se produit en moyenne une soixantaine d'éruptions volcaniques terrestres par an, auxquelles s'ajoutent de très nombreuses éruptions sous-marines (**Elishegaray, 2008**).

Les feux de forêts, aggravés en saison sèche, ont un impact considérable sur l'atmosphère et également les plantations brûlées par les agriculteurs. Les poussières sont aussi dues à l'érosion du sol et de sels marins. En effet les poussières désertiques transportées par les vents en haute altitude peuvent arroser et ensemercer toute la planète (**Ngo et Regent, 2008**).

I-1-1-2-Pollution d'origine anthropique

On appelle émissions atmosphériques anthropiques les émissions d'origine humaine. Ainsi, la majorité des activités humaines sont à l'origine, directe ou indirecte, d'émissions de grandes quantités de polluants (**Ngo et Regent, 2008**).

I-1-2-Les polluants primaires

I-1-2-1-Les oxydes de Soufre (SO₂ et SO₃)

En absence de toute pollution, l'atmosphère comporte une certaine quantité de composés soufrés : du SO₂ mais aussi SO₄²⁻ (Sulfate) et H₂S (sulfure d'hydrogène) issus essentiellement des volcans et de l'activité de fermentation anaérobique de certaines bactéries.

Le dioxyde de soufre ou anhydride sulfureux est le plus abondant des composés soufrés. Il peut, sous l'action du rayonnement solaire, se transformer par oxydation en anhydride sulfurique (SO₃) puis, en présence d'eau, en acide sulfurique (H₂SO₄) (**Masclet, 2005**).

I-1-2-2-Les oxydes d'azote (NO_x)

Il existe plusieurs oxydes d'azote : Le protoxyde (N₂O), le monoxyde (NO), le dioxyde (NO₂, connu également sous sa forme dimère, N₂O₄), le trioxyde (N₂O₃) et le pentoxyde (N₂O₅).

De tous ces oxydes, seuls NO et NO₂ jouent un rôle important dans la pollution atmosphérique et sont désignés sous la forme abrégée NO_x.

Les oxydes d'azotes sont des gaz qui se forment lorsque l'air est porté à des hautes températures dans les phénomènes de combustion, en particulier par combinaison dans la flamme entre azote et oxygène, sous l'action de la foudre (**Axel Vincent, 2002**).

I-1-2-3-Le monoxyde de carbone (CO)

Le Monoxyde de carbone (CO), produit chimique constitué de carbone et d'oxygène, est un gaz incolore, inodore et plus léger que l'air d'environ 3%. Il constitue un poison pour tous les animaux à sang chaud et pour de nombreuses autres formes de vie (**Souf, 1999**).

I-1-2-4-Le dioxyde de carbone CO₂

Combustion incomplète de produits fossiles (industries, transports), Le CO₂ atmosphérique provient essentiellement de la respiration ou de la fermentation des êtres vivants, de la précipitation des carbonates dans les océans, de l'altération des silicates sur les continents et du volcanisme (**Boussouara, 2010**).

I-1-2-5-Composés organiques volatils (COV)

Les composés organiques volatils sont des substances de faible masse moléculaire correspondant à des solvants et à divers liquides de faible tension de vapeur. Très présents dans la nature, notamment dans les pétroles, ce sont des composés organiques formés exclusivement d'hydrogène et de carbone.

Les COV regroupent une multitude de substances et ne correspondent pas à une définition très rigoureuse. Les hydrocarbures appartiennent aux COV ainsi que le méthane et le propane (**Lacour, 2009**).

I-1-2-6-Méthane (CH₄)

Le méthane, appelé aussi gaz des marais, inodore et peu dense, se trouve naturellement présent sous forme de traces dans l'atmosphère et constitue d'importants gisements liés au phénomène de la fermentation, il provient de la décomposition de matières organiques sous l'action de microorganismes, en absence de dioxygène (milieu anaérobique). Plus de la moitié des émissions de méthane qui augmentent de façon exponentielle, ont une origine anthropique, dont 60 à 70 % d'origine agricole (**Masclet, 2005**).

I-1-2-7-Les particules en suspension

Ces particules (Notées « PM » en anglais pour « Particulate Matter ») sont d'une manière générale les fines particules solides ou liquides en suspension dans l'air (**C.E, 2008**).

I-1-2-8-Métaux lourds

Les métaux peuvent être présents dans les poussières émises par les combustions, la circulation automobile, les activités de fabrication et de traitement des métaux (grillage du minerai en particulier), l'incinération des déchets. Les principaux métaux toxiques sont le plomb (Pb), le mercure (Hg), le cadmium (Cd), le chrome (Cr), l'étain (Sn), le manganèse (Mn), le nickel (Ni), le vanadium (V), le zinc (Zn), le cuivre (Cu) (**Bouteraa Mahdia, 2014**).

I-1-3-Les polluants secondaires

I-1-3-1-L'ozone [O₃]

L'O₃ est un gaz trace présent dans la troposphère et la stratosphère. 90% de l'O₃ sont contenus entre 20 et 50 km d'altitude dans la stratosphère (**Seinfeld and Pandis, 1998**).

Dans la troposphère, le contenu en [O₃] est limité à 10% du contenu atmosphérique total, l'origine de l'O₃ dans la troposphère est double. D'une part, le transport de masse d'air depuis la stratosphère, réservoir majeur, vers la troposphère.

D'autre part, la photo-oxydation de constituants précurseurs : Hydrocarbures, dioxyde d'azote, monoxyde de carbone, méthane, dont les émissions sont aujourd'hui largement dominées par les sources anthropiques (**Stocker, T et Al. 2013**).

On peut l'obtenir sous l'action du rayonnement ultraviolet sur l'oxygène en présence de NO_x et COV. L'ozone se décompose lentement, mais il constitue en même temps un agent oxydant puissant, qui pourra affecter beaucoup de matières organiques. Il intervient dans beaucoup d'applications industrielles dont le blanchiment et la stérilisation (**Boussaboua, 2010**).

I-1-3-2-Description du phénomène de la pollution photochimique

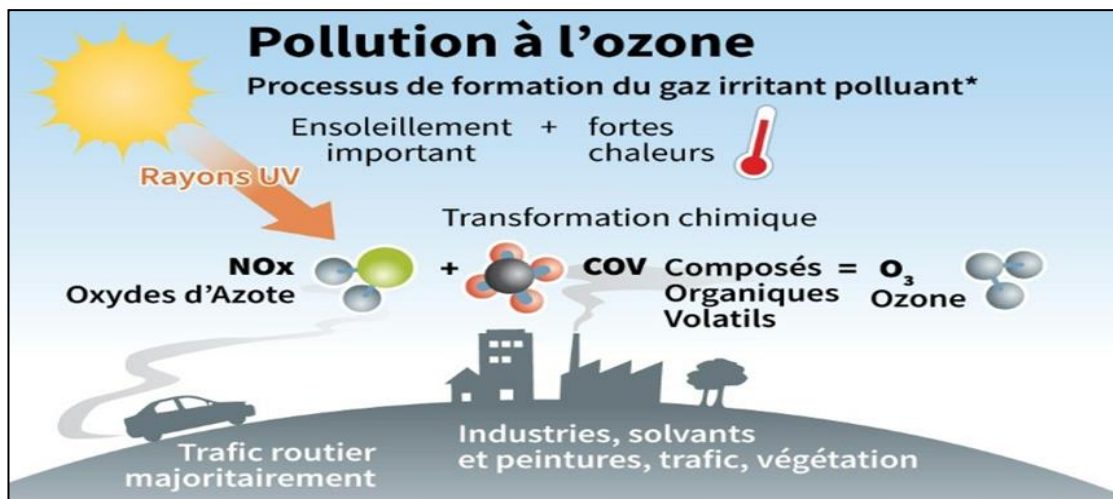


Figure 01 : Formation de l'ozone dans les villes (Airparif, 2011)

La pollution photochimique est parfois appelée « smog » photochimique, le terme « smog » résultant de l'association de « smoke » (fumée) et « La pollution photochimique a été identifiée fog » (brouillard) car son apparence peut se situer entre ces deux phénomènes atmosphériques (Christian, 2012).

De nombreuses études ont montré que l'irradiation solaire d'un mélange de COV et d'oxydes d'azote déclenche une chaîne de réactions photochimiques complexes qui aboutit, entre autres, à la formation de composés oxydants tels que l'ozone. Indispensable dans la haute atmosphère car il filtre le rayonnement ultraviolet, l'ozone devient un polluant oxydant à faible altitude dans la troposphère.

Compte tenu des faibles concentrations naturelles de ces composés, la teneur résultante en ozone reste peu élevée.

En revanche, en présence de composés initiateurs à concentrations élevées, l'ozone et les oxydants photochimiques deviennent des polluants.

Ainsi, l'ozone est essentiellement formé dans les villes à forte circulation automobile et à leur périphérie ainsi qu'en certains sites industriels générateurs des polluants primaires et particulièrement exposés à des situations climatiques favorisant le développement des réactions photochimiques (Temps chaud, ensoleillé et vents faibles) (Alain, 1992).

CHAPITRE N°II

IMPACT DE LA POLLUTION PHOTOCHEMIQUE SUR LA VEGETATION

II-1-L'impact de la pollution photochimique sur la végétation

Les végétaux sont exposés de manière durable à la pollution atmosphérique. Dans certaines recherches, ils sont d'ailleurs utilisés comme bio indicateur (**Karim M, 2002**).

A part les forêts, la pollution de l'air touche aussi les céréales et les plantes agricoles, comme les pois, les épinards et le trèfle. Certaines espèces d'arbres fruitiers sont également très sensibles. Le cas des abricotiers est bien connu.

Les végétaux sont exposés à la fois à l'action des polluants en suspension dans l'atmosphère, aux retombées sèches de poussières et de métaux et aux dépôts acides. Ils sont atteints directement par le feuillage et aussi indirectement par l'intermédiaire du sol (lessivage d'éléments nutritifs). Bien que chaque polluant a un effet spécifique, c'est surtout les oxydants photochimiques qui sont agressifs et dangereux pour les végétaux.

L'impact de la pollution de l'air sur les végétaux résulte essentiellement de trois polluants : Oxydes d'azote (NOx), dioxyde de soufre (SO₂) et ozone (O₃).

Il se traduit par une réduction de la croissance des plantes sans dommages apparents (Par exemple par une baisse de la production agricole de céréales due à l'ozone), des nécroses visibles en cas de fortes concentrations de polluants et une résistance amoindrie des plantes à certains agents infectieux.

Au niveau régional, les polluants atmosphériques participent à la formation des pluies acides qui contribuent au dépérissement des forêts et à la dégradation des sols. Le dioxyde de soufre (Formant l'acide sulfurique) et les oxydes d'azote (Formant l'acide nitrique) sont impliqués directement dans la formation des pluies acides, tandis que l'ozone altère la physiologie des arbres forestiers (**D.G.A.C, 2003**).

La pollution atmosphérique représente des dommages qui peuvent se manifester en plusieurs façons. Ils peuvent apparaître rapidement sur le feuillage, sous la forme de lésions nécrotiques (tissus morts). Ils peuvent aussi être lents à se manifester et entraîner le jaunissement ou la chlorose de la feuille.

On peut aussi remarquer un ralentissement de croissance au niveau de différentes parties de la plante. Il arrive que les plantes meurent tout de suite, mais la mort se produit habituellement après des attaques répétées (**Griffiths, 2003**).

II-1-1-Réponse morphologique des végétaux vis à vis de la pollution photochimique

D'après **Guderian, 1977**. Les principaux facteurs abiotiques susceptibles de moduler la réaction d'une plante en condition de stress sont :

Le statut nutritif de la plante, le bilan hydrique, la température, la lumière, le vent et la concentration en bioxyde de carbone atmosphérique.

Ces facteurs ont le potentiel d'augmenter la surface interne disponible pour l'action des polluants dans la feuille.

L'ozone pénètre dans les feuilles, à travers les stomates (flux stomatique), et se dégrade instantanément au contact des cellules, entraînant des réactions en chaîne pouvant aboutir à la mort de celles-ci.

Les symptômes peuvent être des nécroses foliaires, une chute prématurée des feuilles, une modification de l'ouverture des stomates et donc une réduction du taux d'activité photosynthétique, qui nuit à de nombreuses plantes, et en particulier aux cultures (blé, pommes de terre (**Pleijel, H et Al .2007**)).

II-1-2-Impact sur le rendement végétatif et sur la biodiversité

L'Ineris : A mis en avant le phénomène « d'eutrophisation », lié à la pollution de l'air extérieur, notamment via l'impact sur les écosystèmes de l'excès de dépôt d'azote, ou encore les effets de l'ozone sur la végétation.

Le rapport de l'agence européenne de l'environnement du 30 juin 2014 sur l'effet de la pollution de l'air sur les écosystèmes souligne la permanence à l'horizon 2030 d'un niveau élevé d'eutrophisation dans certaines zones de l'ouest de la France alors que le phénomène aura quasiment disparu du reste de l'Europe.

D'une manière générale, la concentration de certains polluants dans l'air affecte de manière durable et inquiétante les rendements agricoles, ainsi que la capacité des végétaux à stocker le CO₂. Selon **l'Ineris**, malgré encore beaucoup d'incertitudes et de difficultés à quantifier cet impact, ce dernier pourrait être aussi important que l'impact sanitaire (**Leila,2015**).

II-1-3-Réponses physiologiques des plantes

Si les plantes, de par leur vie fixée et leur large répartition, sont parmi les premières victimes de la pollution atmosphérique, elles peuvent également constituer une source de pollution secondaire. Lors de fortes chaleurs, elles émettent des composés organiques volatiles (COV) comme les terpènes.

Les plantes émettent également des particules fines (Pollens, spores, composés cireux, divers particules) qui, si elles n'ont pas d'effet sur les végétaux, peuvent avoir des effets sur la santé humaine (allergies).

II-1-3-1-Pénétration de l'Ozone par les stomates

Les stomates, situés essentiellement à la surface des feuilles, sont le site privilégié des échanges gazeux de la plante avec l'atmosphère. Parmi les composés organiques volatiles émis par la plante, on trouve de nombreux terpènes - α -pinène, β -pinène, isoprènes- responsables de pollution atmosphérique estivale, en particulier dans les zones de forêts et les vallées de montagne (J.P. Garrec, 2002). La pénétration des polluants dans les plantes se fait essentiellement par l'intermédiaire des feuilles (Figure N°02).

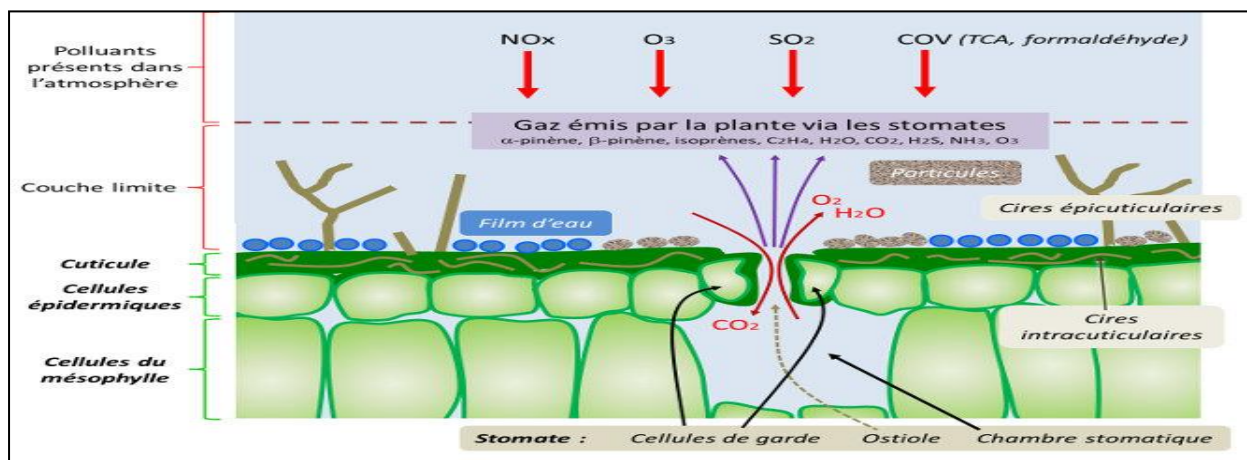


Figure N°02 : Représentation schématique de l'environnement des surfaces foliaires (J.P. Garrec, 2002).

Les polluants gazeux pénètrent dans la plante comme les autres gaz atmosphériques (CO₂, Oxygène, ...), principalement par l'intermédiaire des stomates présents sur les surfaces foliaires.

Par contre, une large partie des polluants organiques va surtout être absorbée par la structure lipidique que constitue la cuticule. Seule une faible partie va pénétrer dans la feuille, puis diffuser et réagir entre et dans les différents compartiments internes que constituent l'apoplaste et le symplaste (J.P. Garrec, 2002).

PARTIE N°II

ETUDE EXPERIMENTALE

CHAPITRE N°I

LA ZONE D'ETUDE

I-1-Présentation générale de la wilaya de Tiaret

I-1-1-Situation géographique de la zone d'étude

La wilaya de Tiaret, région du centre ouest algérien, (Tihert) capitale des Rostémides fondée en 787 par Ibnou Rostom ; Elle fait partie intégrante de la région physiographique des hauts plateaux ; une distante à plus de 300 kilomètres au sud-ouest de la capitale, elle côtoie plusieurs wilayas et constitue un relais entre les régions du Nord Ouest et celles du sud (**Achir, 2009**).

Sur le plan administratif elle compte 14 daïras et 42 communes. Elle est délimitée par plusieurs wilayas à savoir :

- Tissemsilt et Relizane au Nord.
- Laghouat et El Bayadh au Sud.
- Mascara et Saida à l'Ouest.
- Djelfa à l'Est.



Figure N°03 : Situation géographique de la Wilaya de Tiaret. (**Achir , 2009**).

I-1-2-Les voies de communications

La ville de Tiaret compte un réseau routier urbain très important, plus de 200 Km de mauvais état et cela est dû principalement à la défectuosité de certains réseaux, à la nature des sols et au relief accidenté qui constituent un facteur de dégradation des voies de communication.

Selon **Khadir et al , 2017**. La ville de Tiaret est constituée par trois types de zones d'habitat, ces derniers qui définissent le type de voirie existant car le réseau urbain de Tiaret, ne s'organisent pas selon une hiérarchie spatiale et fonctionnelle (Boulevard principal, boulevard secondaire, voirie primaire, secondaire... etc.).

- RN°14 : Liée la ville de Tiaret à la région Sud-Ouest de la Wilaya et aux Wilayas de Siada et Maskara. Elle relie aussi par la région Nord-Est et à Alger par Tissemsilt.
- RN°23 : C'est un axe très important qui ouvre la commune sur le Nord – Ouest par Relizane et sur le Sud –Est par Aflou.
- RN°90 : Un troisième axe très important reliant la commune au Nord par Oued Rhiou et au Sud par Ain Guesma.

Aussi des chemins de wilaya interne qui peuvent se présentées comme suivants :

- CW°07 : C'est le plus important, car il relie la ville de Tiaret à la commune de Ain Bouchékif.
- CWN°11 : Relie la commune à sidi Hosni à l'Est, et à Mechraa Safa à l'Ouest.
- CW°08 : Relie la ville de Tiaret à la commune Oued Lili (**Khadir et al, 2017**).

I-2-Aperçue climatiques de la zone d'étude

I-2-1-Régime pluviométrique

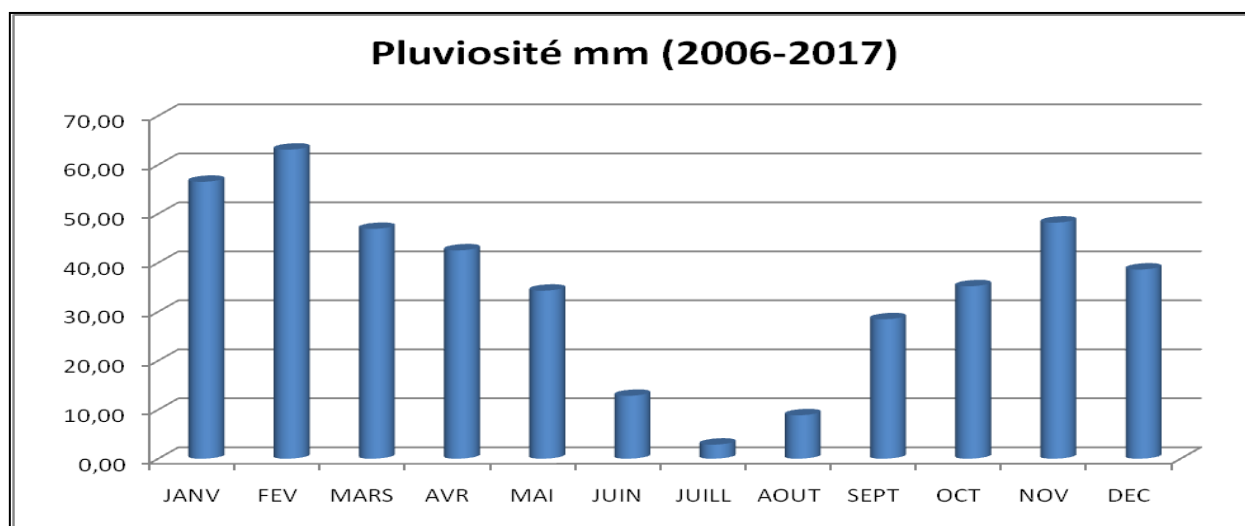


Figure N°04 : Evolution de pluviosité depuis (2006-2017) de la zone d'étude (**Source** : **Station de Ain Bouchekif, 2021**).

La somme reçus des précipitations est de l'ordre (5021,10 mm) depuis la période (2006-2017). Et une moyenne mensuelle de l'ordre (34,87 mm).

I-2-2-Humidité atmosphérique

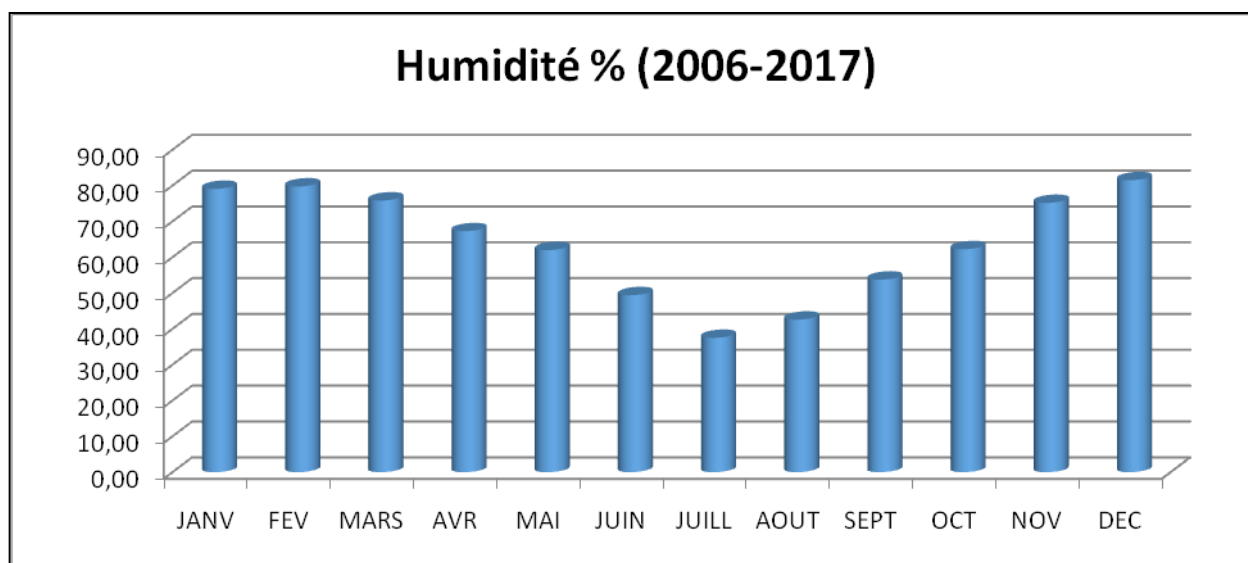


Figure N°05 : Evolution de l'humidité depuis (2006-2017) de la zone d'étude (**Source :** Station de Ain Bouchekif, 2021).

L'appréciation de ce facteur, est traduite par l'humidité ou l'état hygrométrique. Elle indique que l'état de l'atmosphère est plus ou moins proche de la condensation. Au niveau de notre zone d'étude, elle est relativement constante pour toute l'année est de l'ordre de (63,84%).

I-2-3-Régime thermique

Le climat y est du type continental caractérisé par un hiver rigoureux (Température moyenne de l'ordre de 8,7°C pour le mois le plus froid). L'été y est chaud et sec avec une température moyenne de l'ordre de 23,2°C pour le mois le plus chaud.

CHAPITRE N°II

MATERIEL ET METHODES

II-1-Présentation de l'étude

Le présent travail définit une méthode de détermination des impacts d'éléments photo oxydants atmosphériques (essentiellement l'ozone troposphérique) sur une espèce déjà commercialisée, qui présente un intérêt agronomique très important, à l'égard des autres légumes d'intérêt. C'est la courgette, avec deux variétés commercialisées sont les suivants :

- Courgette quarantaine : (*Cucurbita Pepo. L.*)
- Courgette Hanane Hybride F1 : (*Cucurbita Pepo. Hybride F1.L.*)

Notre étude est basée sur l'impact de la variabilité des conditions externes notamment la variabilité des concentrations en ozone troposphérique [O₃], qui provient de la pollution primaire due principalement aux émissions liées au trafic routier

II-2-But expérimental

- La variabilité des réponses Morphologiques (Taille et N° de feuilles).
- Les dégâts et les anomalies comportementales provoquées sur (La courgette).
- Détermination de l'indice de la qualité de l'air (PMN %).
- Détermination de l'indicateur de santé foliaire (MF/MS%).
- Détermination des concentrations d'ozone journalier.
- Les relations entre les concentrations de l'ozone avec l'indice de qualité de l'air et l'indicateur de santé foliaire.

Pour ces raisons nous avons procédé à l'implantation de deux variétés de courgettes dans deux phases différentes :

II-2-1-La 1^{er} Phase dite avant exposition

Est basé sur le suivre de la croissance végétative dans des conditions contrôlées dans la chambre de culture (Taux d'éclairage ; Humidité, irrigation constante, et aération...etc.) : par des mesures simples et fiables à savoir la taille végétative (cm), et la production du système feuillage (Nombre de feuille), pendant la période d'implantation depuis la germination jusqu'à l'arrivée au stade nombre de 06 feuilles.



Figure 06 : Chambre de culture pour l'implantation des deux variétés de courgette :
(*Cucurbita Pepo. Hybride F1.L* et *Cucurbita Pepo. L*)

II-2-2-La 2^{ème} Phase dite après exposition

Est basé sur le suivre toujours de la croissance vegetative en taille et nombre de feuille, couplé avec les dégâts foliaires dus aux impacts de l'ozone, mais aussi les dégâts comportementaux qui peuvent être apparus durant la phase d'exposition ; Implanté dans des bio-stations déjà fabriqués comme indiqué dans la figure suivante :



Figure 07 : Biostations pour le suivie d'implantation des deux variétés de courgette :
(*Cucurbita Pepo. Hybride F1.L* et *Cucurbita Pepo. L*)

II-3-Systématique de la Courgette dans le monde végétal

Cucurbita pepo. L (Courgette) appartient à la famille de melon *Cucurbitaceae* qui comprend environ 95 genres et 950-980 espèces (Schaefer et Renner, 2011). La courgette est présente une systématique botanique dans le tableau 01 :

Tableau 01 : Systématique de (*Cucurbita pipo. L*) selon la classification (Feller et al, 1995).

Règne	<i>Plantae</i>
Division	<i>Magnoliophyta</i>
Classe	<i>Magnoliopsida</i>
Ordre	<i>Violales</i>
Famille	<i>Cucurbitaceae</i>
Genre	<i>Cucurbita L. (1753)</i>
Section	<i>Cucurbita pepo L. (1753)</i>

II-3-1-Description commerciale de la variété utilisée

Tableau 02 : Description commerciale de la variété utilisée.

Désignation	Courgette quarantaine : (<i>CucurbitaPepo. L</i>)	Courgette Hanane Hybride F1 : (<i>Cucurbita Pepo. Hybride F1.L</i>)
Poids net (g)	500	500
Année de récolte	2020	2020
Date de fermeture	11/2020	11/2020
Germination	85 %	85 %
Pureté	99 %	99 %
Traitement	Thrame	Thrame
Origine	USA	France
Lot N°	AG 201041	AG 201050

II-4-Matériel et équipements utilisés dans l'expérience

- Un substrat de culture (Terreau).
- Des pots d'auto irrigation par système de capillarité pour l'implantation des courgettes dans les deux phases.

- Capteur de mesure pour la concentration de l’ozone troposphérique du type Cairpol de l’environnement - SA France.
- Etuve pour le dessèchement des feuilles.
- Balance.

II-5-La germination des grains de courgette

Les grains sont imbibés avec de l’eau distillée ; les semences sont ensuite placées dans des petits pots pleins de terreau, et placées à la chambre de culture à une température de 25 C°, la date de la prégermination est le : **09/05/2021**.



Figure N°08 : Germination des grains de courgette pour les deux variétés :
(*Cucurbita Pepo. Hybride F1.L* et *Cucurbita Pepo. L*)

II-6-Indice de qualité de l’air

De nombreux indices ont été établies pour estimer le niveau de la qualité de l’air à partir de la surface foliaire atteinte de nécroses : Seules les feuilles adultes sont prises en compte (On élimine les feuilles âgées, jaunissantes, et les trois dernières feuilles apparues, trop jeunes).

On estime le pourcentage de surface foliaire atteint de nécroses par une méthode quelconque (Utilisation de planches de référence)

$$PMN = \frac{\text{somme des pourcentages observés sur les feuilles}}{\text{nombre de feuilles prises en compte}}$$

On calcule alors le pourcentage moyen de nécroses (PMN %), qui est la moyenne des pourcentages de nécroses des feuilles prises en compte :

À partir de cette valeur, on déduit l'indice de qualité de l'air de la station :

Tableau 03 : Indice de la qualité de l'air selon (J-F Castell, 2000).

Valeur de PMN obtenue	Indice de qualité de l'air	Impact correspondant
0 %	0	Impact nul de l'O ₃ sur BEL W ₃
Entre 0 % et 10 %	1	Faible impact de l'O ₃
Entre 10 % et 25 %	2	Impact moyen
Entre 25 et 50 %	3	Fort impact
Au-delà de 50 %	4	Très fort impact (très rare)

II-7-Rapport Matière fraîche /Matière Sèche

Le rapport matière fraîche/matière sèche (MF/MS %) : constitue un bon indicateur de la santé foliaire.

Pour cela on a mesuré les poids des feuilles fraîches de la courgette et à déterminer à l'aide d'une balance électronique.

La matière sèche est à exploiter après passage à l'étuve réglée à 110°C pendant 03 heures : une fois les échantillons complètement secs (on vérifie cela par une constance du poids), leurs poids secs est déterminé la même balance (Belouahem.D, 1993).

La détermination des dégâts foliaires a été faite à partir d'un guide de nécrose suivant la planche de référence de (J-F Castell, 2000) de la planche N°09.

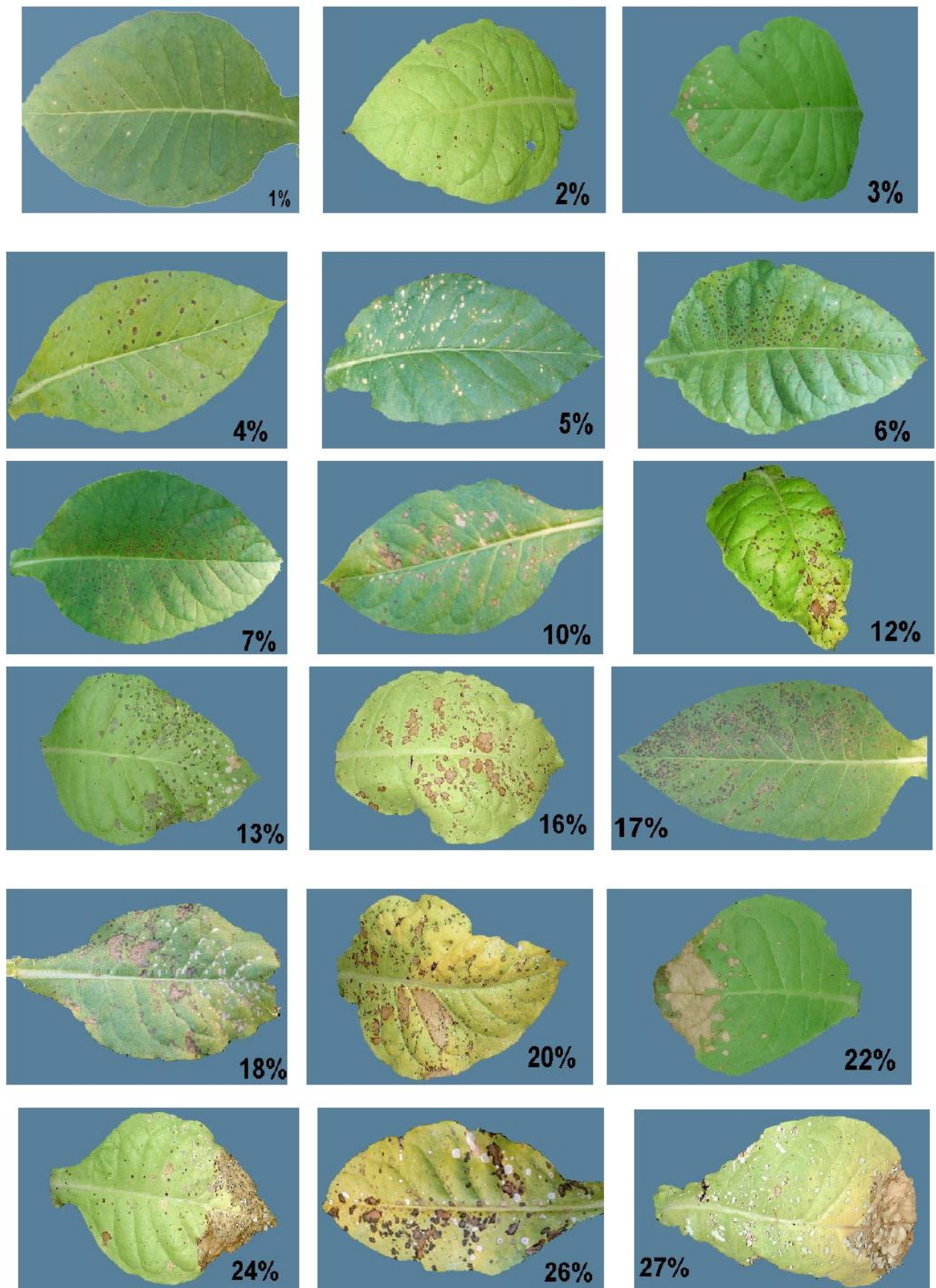


Planche 09 : Model de référence d'identification des nécroses foliaire (J-F Castell, 2000).

CHAPITRE N°III

RESULTATS ET DISCUSSION

III-1-Analyse de la variabilité de la croissance végétative pour les deux variétés (*Cucurbita Pepo. Hybride F1.L* et *Cucurbita Pepo. L*)

III-1-1-Suivie de la croissance en taille (cm) durant la phase de croissance en chambre de culture

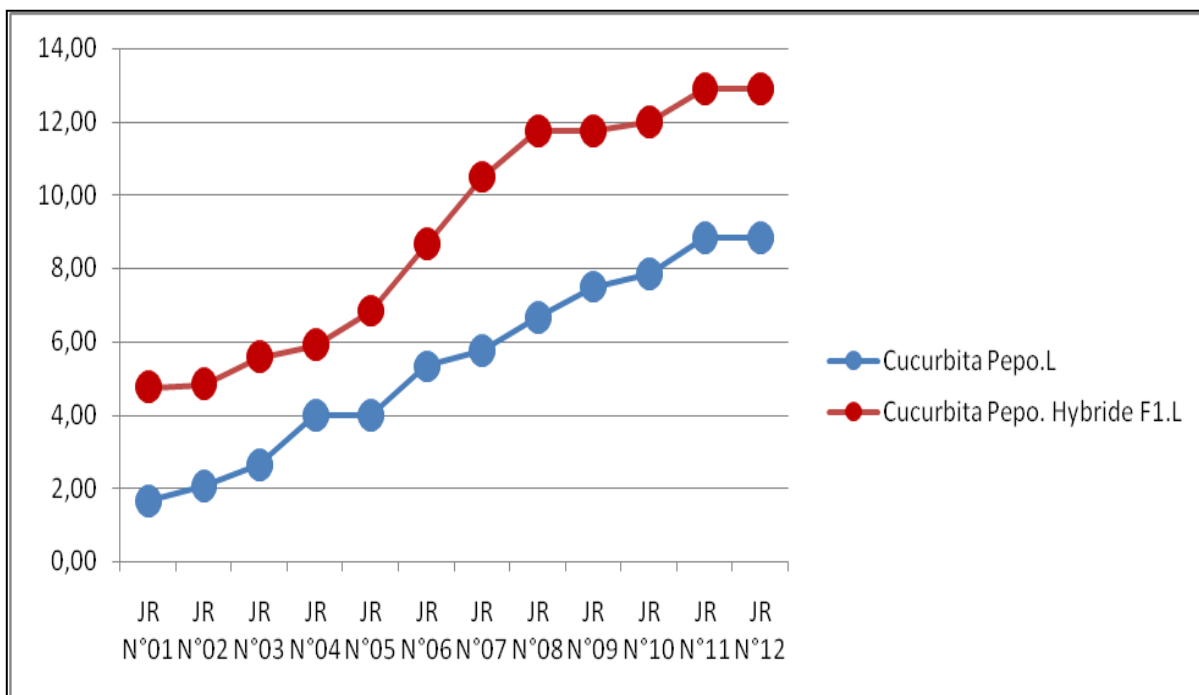


Figure 10 : Variabilité de la croissance végétative (Taille cm) pour (*Cucurbita Pepo. Hybride F1.L* et *Cucurbita Pepo. L*) dans les conditions contrôlées (Chambre de culture).

L'examen de la figure 10 permet d'analyser la variation de la croissance végétative en matière de taille (cm) pour deux variétés de courgettes (*Cucurbita Pepo. Hybride F1.L* et *Cucurbita Pepo. L*).

L'examen permet de définir une moyenne de la 1^{er} variété (*Cucurbita Pepo. Hybride F1.L*) : estimé à (09,03 cm) de taille, tandis que pour la deuxième variété (*Cucurbita Pepo. L*), qui présente une moyenne générale de (05,43 cm).

III-1-2-Suivie de la croissance en système de feuillage durant la phase de croissance en chambre de culture

La figure 11 permet d’analyser la variation de la croissance en matière de production des feuilles pour deux variétés de courgettes (*Cucurbita Pepo. Hybride F1.L* et *Cucurbita Pepo. L*).

Ce dernier permet de définir une moyenne de la 1^{er} variété (*Cucurbita Pepo. Hybride F1.L*) : estimé à (3,79) de production de feuille, tandis que pour la deuxième variété (*Cucurbita Pepo. L*), qui présente une moyenne générale de (3.30).

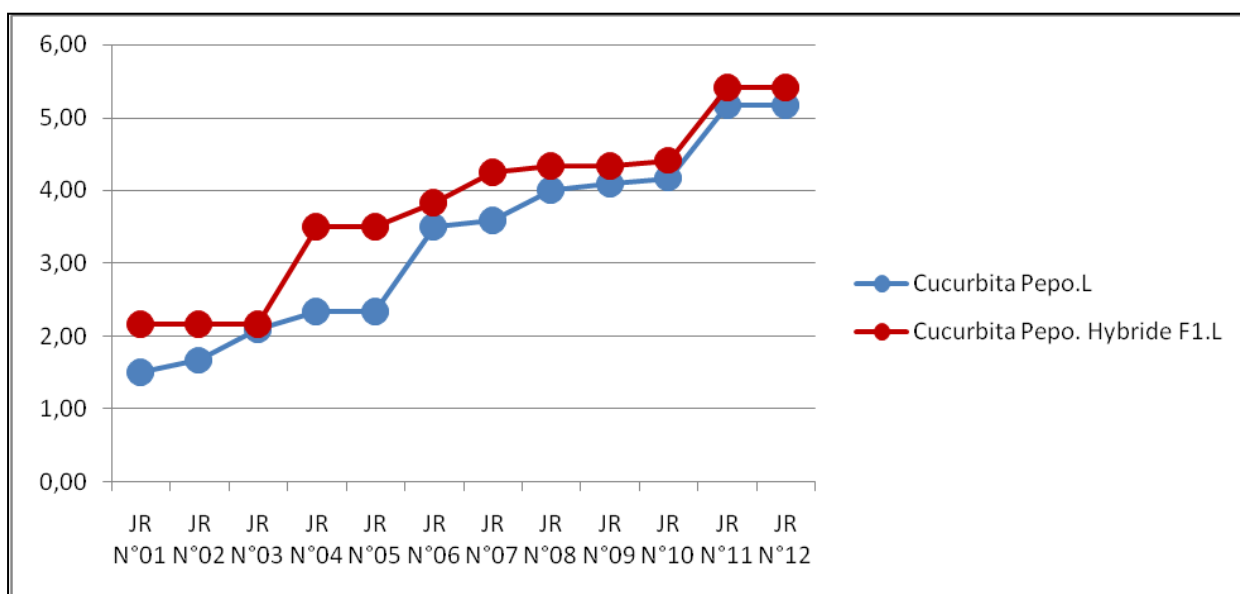


Figure 11 : Variabilité de la croissance végétative (N^{bre} de feuille) pour (*Cucurbita Pepo. Hybride F1.L* et *Cucurbita Pepo. L*) dans les conditions contrôlées (Chambre de culture).

On peut noter dans la figure 10 et 11 un développement végétatif rapide (Taille avec une vitesse de 07,66 cm /12 jour, et production de feuille avec une vitesse de 03,46 feuilles / 12 jours), d’une façon normale due à la présence d’une température et d’un niveau d’éclairage et d’humidité stable et suffisante dans la chambre de culture, pour la croissance des deux variétés de courgettes.

Cela confirme l’absence des facteurs défavorables qui bloquent la croissance des deux variétés de courgettes.

III-2-Analyse de la variabilité de la croissance végétative après exposition pour les deux variétés (*Cucurbita Pepo. Hybride F1.L* et *Cucurbita Pepo. L*)

III-2-1-Suivie de la croissance en taille (cm) durant la phase de croissance en Biostations

L'examen de la figure 12 permet d'analyser la variation de la croissance végétative en matière de la taille (cm) pour deux variétés de courgettes (*Cucurbita Pepo. Hybride F1.L* et *Cucurbita Pepo. L*).

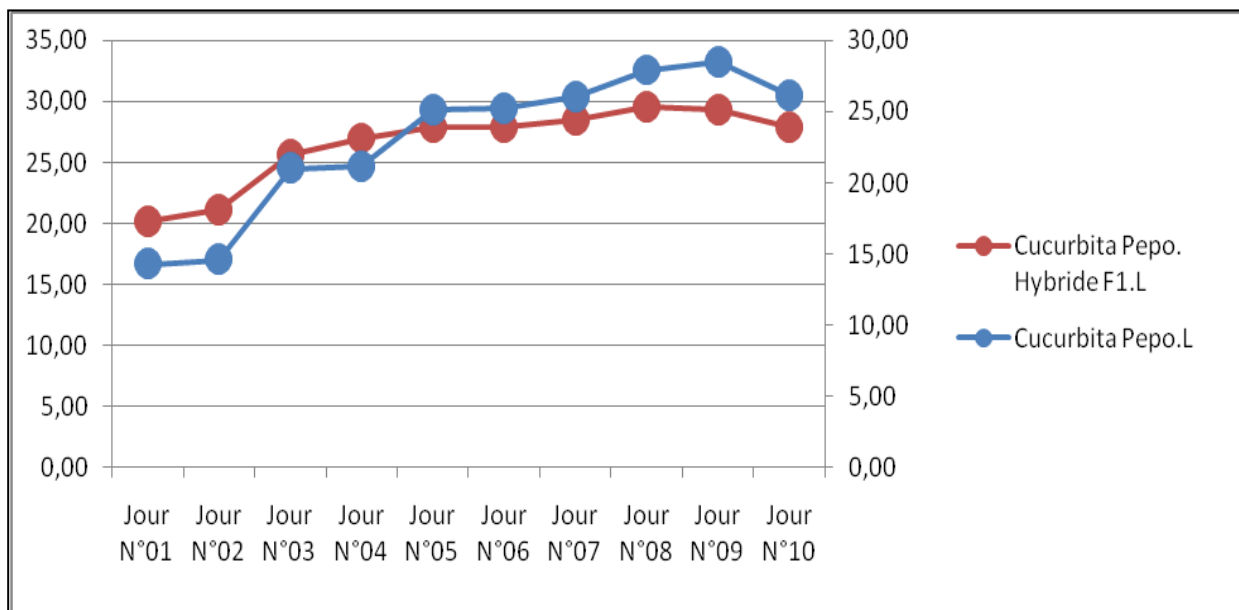


Figure 12 : Variabilité de la croissance végétative (La taille en cm) pour (*Cucurbita Pepo. Hybride F1.L* et *Cucurbita Pepo. L*) dans les conditions naturelle (Biostations).

L'examen permet de définir une moyenne de la 1^{er} variété (*Cucurbita Pepo. Hybride F1.L*) : estimé à (27.93 cm) de taille, tandis que pour la deuxième variété (*Cucurbita Pepo. L*), qui présente une moyenne générale de (26.14 cm).

III-2-2-Suivie de la croissance en système de feuillage durant la phase de croissance en Biostations

L'examen de la figure 13 permet d'analyser la variation de la croissance végétative en matière de N° de feuille (cm) pour deux variétés de courgettes (*Cucurbita Pepo. Hybride F1.L* et *Cucurbita Pepo. L*)

L'examen permet de définir une moyenne de la 1^{er} variété (*Cucurbita Pepo. Hybride F1.L*) : estimé à (06.50), de N° de feuille, tandis que pour la deuxième variété (*Cucurbita Pepo. L*), qui présente une moyenne générale de (06.93).

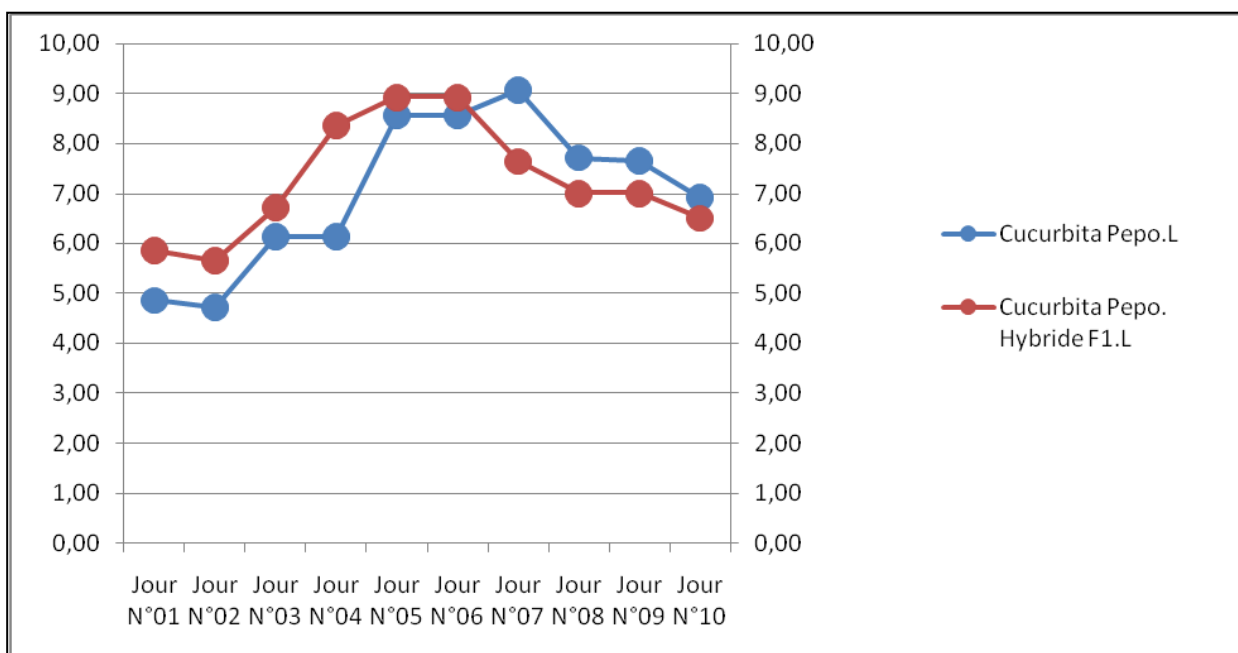


Figure 13 : Variabilité de la croissance végétative (N° de feuille) pour (*Cucurbita Pepo. Hybride F1.L* et *Cucurbita Pepo. L*) dans les conditions naturelle (Biostations).

L'examen de la figure 12 et 13, un développement végétatif modérée (Taille avec une vitesse de 09,82 cm /10 jour, et pour la production de feuille avec une vitesse de 1,35 feuille / 10 jours) qui est due peut-être à la présence d'un ou plusieurs facteurs, influencent la croissance des courgettes en phase d'exposition externe surtout les conditions climatiques et beaucoup plus l'impact due à l'Ozone troposphérique.

III-2-3-Suivie de des réponses morphologiques (Pourcentage moyenne des nécroses) durant la phase d'exposition

La figure 14 examine une relation des réponses morphophysiolgiques telle que les taches nécrotiques et des taches chlorotiques, qui détermine le degré de sensibilité pour les deux variétés de la courgette (*Cucurbita Pepo. Hybride F1.L* et *Cucurbita Pepo. L*)

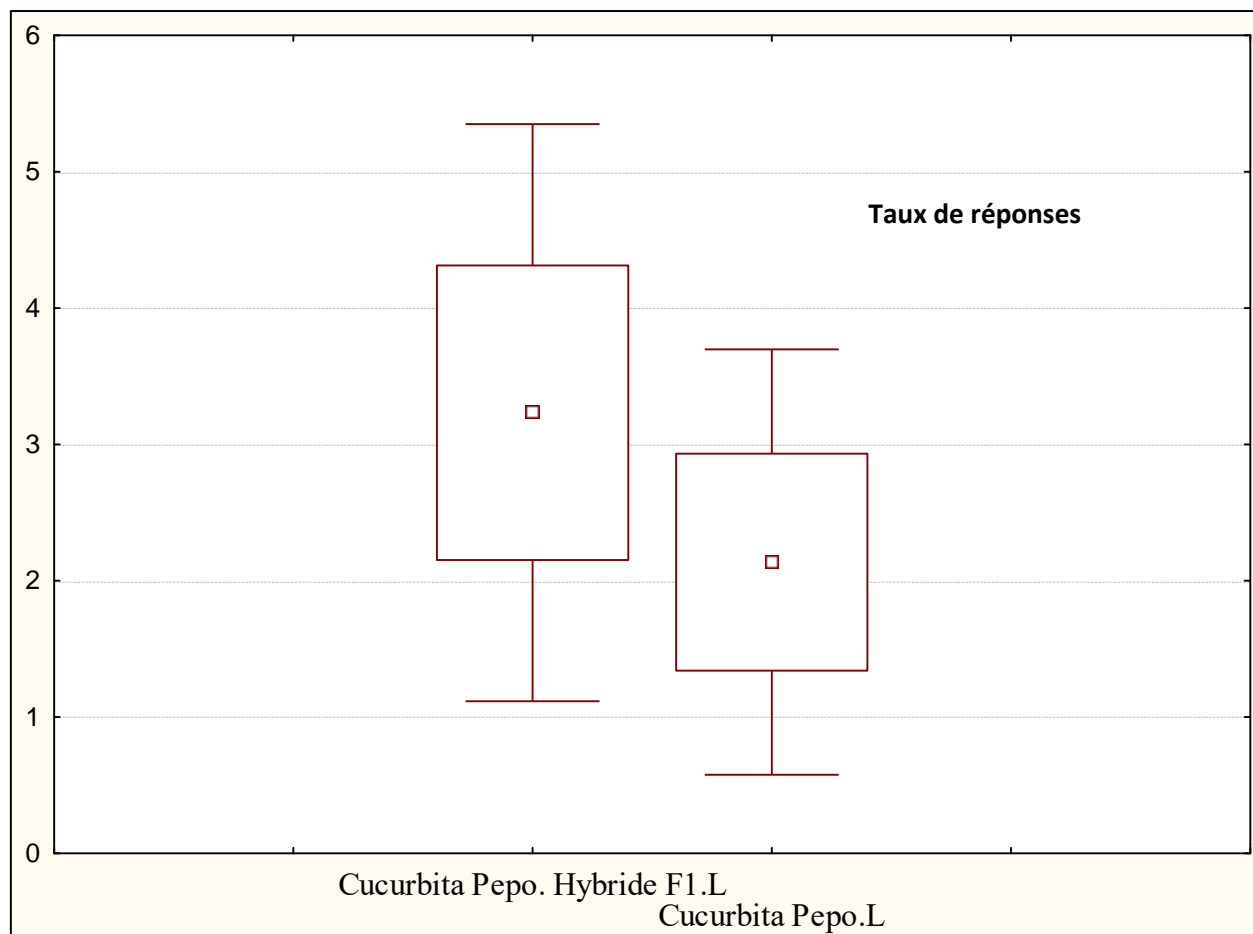


Figure 14 : Variabilité des réponses morpho-physiologiques (Indice de qualité de l'air) (pour (*Cucurbita Pepo. Hybride F1.L* et *Cucurbita Pepo. L*)) durant la phase d'exposition.

On peut marquer une sensibilité vis-à-vis des concentrations d'ozone marqué pendant 10 jours, suite à l'apparition des dégâts foliaires et qui présente une moyenne de (03,23 %) de PMN pour la variété (*Cucurbita Pepo. Hybride F1.L*), et une moyenne de (02,14 %) de PMN pour la variété (*Cucurbita Pepo. L*).

III-3-Calcul de l'indice de la qualité de l'air (Pourcentage des nécroses)

À partir des moyennes des pourcentages moyenné de nécroses, nous allons établir l'indice de la qualité de l'air comme indiqué dans le tableau suivant :

Tableau 04 : Indice de qualité de l'air (Pourcentage moyenne des nécroses)

Espèce végétative	Valeur de PMN	Indice de qualité de l'air	Impact
<i>Cucurbita Pepo. Hybride F1.L</i>	03,23 %	01	Zone de faible impact
<i>Cucurbita Pepo. L</i>	02,14 %		

III-4-Analyse des relations entre les concentrations en ozone et l'indicateur de santé foliaire (MF/MS) et l'indice de la qualité de l'air (PMN)

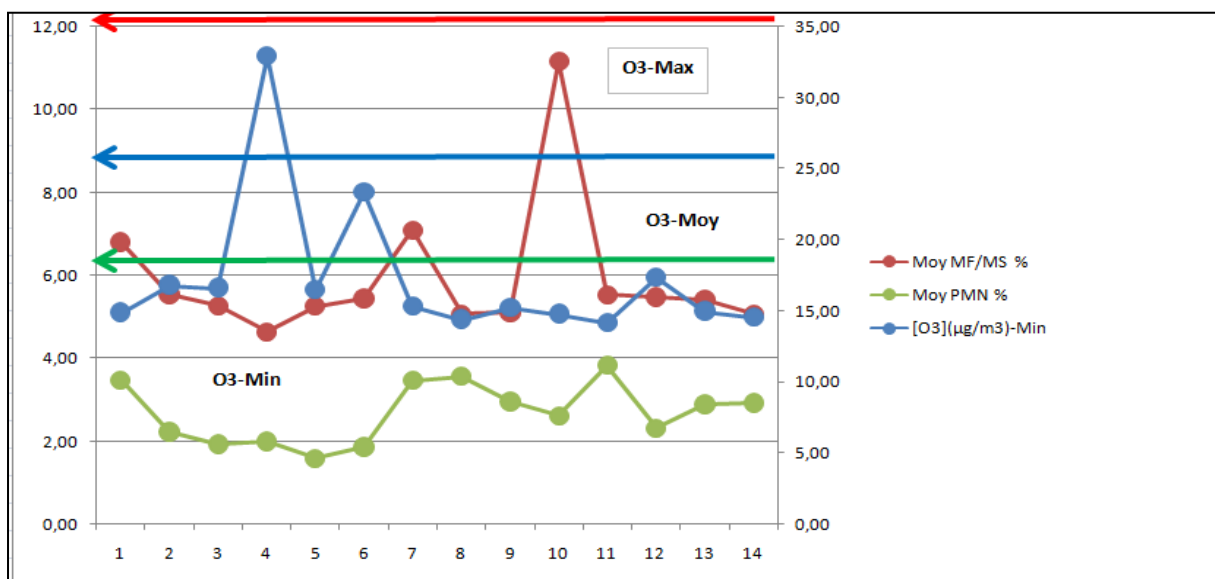


Figure 15 : Relation entre l'Ozone en fonction du Rapport MF/MS % et les pourcentages moyenne des nécroses.

Tableau 05 : Classes des concentrations en Ozone en fonction des paramètres testées pendant 10 jours d'expositions.

Classe [O ₃]	PMN (%)	Indicateur de santé foliaire (%)
0-18,86 (µg/M ³)	11	14
18,86-26,48 (µg/M ³)	02	0

26,53-37,15 ($\mu\text{g}/\text{M}^3$)	01	0
--	----	---

L'examen de la figure 15 et le tableau 06 permettent de définir 03 classes de concentration en ozone :

Les concentrations primaires entre [0-18,86] ($\mu\text{g}/\text{M}^3$) : détermine un nombre de 11 échantillons avec des réponses plus ou moins importantes ce qui signifie une réponse physiologique optimale des feuilles ce qui traduit par une ouverture stomatique normale, qui laisse un entrainement facile des molécules d'ozone par le biais des stomates.

En parallèle pour l'indicateur de santé foliaire ; (MF/MS%), un nombre d'échantillons de 14, avec des concentrations comprises entre : 18,86-26,53 ($\mu\text{g}/\text{M}^3$) ce qui traduit par l'adaptation du système physiologique de la plante, ou ce que nous appelons le pouvoir de détoxification des polluants qui rentre dans le système stomatique.

Conclusion

CONCLUSION GENERALE

Au cours de cette étude nous avons cherché les conséquences d'une exposition à des niveaux de variation en ozone troposphérique pendant quelques jours avec la conjugaison des facteurs de l'extérieur (Température, Humidité, et la pression), sur le comportement des deux variétés de courgettes.

Les résultats de cette expérience se résument de la façon suivante :

Un développement végétatif rapide, d'une façon normale due à la présence d'une température et d'un niveau d'éclairage et d'humidité stable et suffisante dans la chambre de culture, pour la croissance des deux variétés de courgettes.

Cela confirme l'absence des facteurs défavorables qui bloquent la croissance des deux variétés de courgettes.

On peut marquer une sensibilité vis-à-vis des concentrations d'ozone marqué pendant 10 jours d'exposition suite à l'apparition des dégâts foliaires.

Les relations de flux des concentrations en ozone avec les paramètres morphophysiologiques montrent, un effet remarquable sur le développement en biomasse.

La conclusion principale de ce travail de mémoire reste à la mise en évidence de la sensibilité des végétaux à l'ozone, par le suivre des recherches dans cette approche par l'orientation des travaux de recherche sur le mécanisme d'action de l'ozone sur le système végétatif.

REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUES

Références Bibliographiques

1. **Achir M, 2009.** Evaluation et modélisation de l'érosion hydrique ; étude comparative entre la région céréalière de Rahouia et la région steppique de Faïdja-Wilaya de Tiaret. Mémoire de Magister. Université Ziane Achour- Djelfa, Algérie
2. **Arquès P, 1998.** La Pollution de l'air [Ouvrage]. - [s.l.] : Edisud, 208p
3. **Alain Cornille, 1992.** Pollution Photochimique De La Troposphère : Mise Au Point D'une Méthode De Prélèvement Et D'analyse Des Composés Organiques Volatils. Thèse De Doctorat : Spectrochimie, Molécules, Solides Et Réactivité. L'université Des Sciences Et Techniques De Lille, 4p
4. **Axel Vincent, 2002.** Conception et simulation d'un réacteur fil-cylindre à décharge couronne avec barrière diélectrique adaptée au traitement des oxydes d'azote dans des effluents marqués par un isotope, thèse de doctorat de l'université paris vi Pierre et marie curie
5. **Belouahem D, 1993.** Détection de la pollution atmosphérique fluorée d'origine industrielle à l'aide de certaines espèces végétales bioaccumulatrices dans les régions d'ANNABA et TARAF.
6. **Bouterraa Mahdia, 2014.** Utilisation des végétaux pour l'évaluation de la pollution atmosphérique le long de l'autoroute Est-Ouest dans la région de Constantine. Mémoire de magister, Département de biologie végétale et écologie, Université Constantine 1 Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, 15p.
7. **Belhadj Hanane, 2015.** Détection de la pollution atmosphérique à l'aide du lichen Xanthoria parietina (L.) bio-accumulateur d'éléments traces métalliques dans le centre urbain de la ville de Sidi Bel Abbes (Algérie occidentale). thèse de doctorat, Département des Sciences de l'Environnement, Université DjillaliLiabes De Sidi Bel Abbes Faculté Des Sciences De La Nature Et De La Vie, 5p)
8. **Boussouara Krima, 2010.** Etude Des Emissions Polluantes Et Des Moyens De Depollution Dans Les Moteurs A Combustion Interne, Thèse De Doctorat, Energétique, L'université De Constantine, 31.32p)
9. **Christian, Seigneur, 2012.** La pollution photochimique : les polluants gazeux Centre d'Enseignement et de Recherche en Science de la Terre (CEREA) article paris 1p)
10. **C.E. Directive 2008/50/ce** du parlement européen et du conseil du 21 mai 2008 concernant la qualité de l'air ambiant et un air pur pour l'Europe. - [s.l.] : Conseil Européen, - pp. 152/1 - 152/44
11. **Direction Générale de l'Aviation Civile 2003.** Pollution atmosphérique et aviation

12. **Elichegaray C. 2008.** Pollution de l'air : Source, Effet, Prévention. Edition DUNOD. P (9,13,43,97 -101p)
13. **Guderian R, 1977.** Discussion of the suitability of plant responses as a basis for air pollution control measures, Air Pollution, Springer
14. **Feller et al., 1995.** Grossbeeren Phenological growth stages and BBCH-identification keys of bulb vegetables; Institut für Gemüse & Zierpflanzenbau Theodor-Echtermeyer-Weg 1 D 14979
15. **J.P. Garrec, C. Van Haluwyn, 2002.** Biosurveillance végétale de la qualité de l'air, Editions TEC & DOC, Paris, ,117p
16. **J-F Castell 2000.** Unité de recherches « environnement et grandes cultures »78850 Thiverval ; Rapport de Bioindication sur l'ozone
17. **Griffiths H. 2003.** Effets de la pollution atmosphérique sur les cultures agricoles. Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires Rurales. Antario (Canada)
18. **Germain G. La pollution atmosphérique 30/03/2017.** Article du journal d saint Germain en Laye.)
19. **Khadir M., Kheirat B., Melis M. 2017.** Evaluation de l'impact de l'ozone troposphérique par l'utilisation de deux espèces ligneuses (*Platanus Acerofolia*, *Populus Nigra*) dans la ville de tiaret. Mémoire de master. Université Ibn khaldoun Tiaret, Tiaret, Algérie
20. **Karim mouaici. 2002.** Étude de quelques sources de polluants atmosphériques dans la région de Bejaia, Mémoire à l'université de Bejaia
21. **Leila A, 2015.** Au nom de la commission d'enquête (1) sur le coût économique et financier de la pollution de l'air
22. **Masclat P, 2005.** Pollution Atmosphérique : Causes, Conséquences, Solution, Perspectives. Edition ELIPSES,13,14, 22,28,35-213p
23. **Ngo C et Régent A, 2008.** Déchet, effluents et pollution : Impact sur l'environnement et la santé.2ème édition. DUNOD, Paris. LIVRE PP
24. **Pleijel, H., Danielsson, H., Embersson, L., Ashmore, M.R. et Mills, Q, 2007.** Ozone risk assessment for agricultural crops in Europe: further development of stomatal flux and flux-response relationships for European wheat and potato, Atmospheric Environment, 41, 3022–3040
25. **Schaefer and Renner, 2011.** In European medicines agency, 20112. Assessment report on Cucurbita pepo L., semen.44p
26. **Seinfeld, J. H. and Pandis, S. N, 1998.** Atmospheric Chemistry and Physics. John Wiley, Hoboken, NJ

27. **Souf, 1999.** Généralités sur la pollution atmosphérique et ses effets
28. **Stocker, T. F., Qin, D., Plattner, G.-K., Tignor, M., Allen, S. K., Boschung, J., Nauels, A., Xia, Y., Bex, V., and Midgley, P. M., 2013.** Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Intergovernmental Panel on Climate Change, Working Group I Contribution to the IPCC Fifth Assessment Report (AR5) (Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.)
29. **Vingarzan R, 2004.** A Review of Surface Ozone Background Levels and Trends, Atmospheric Environment