

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Ibn Khaldoun–Tiaret
Faculté des 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 : Sciences biologiques
Spécialité : Génétique moléculaire et amélioration des plantes

Présenté par :

- M^{lle}. BENELHADJ Djelloul Nour Houda
- M. BENYAHIA Abdenour
- M. BESTANI Oussama

Thème

*Impact de l'ozone sur la variabilité des réponses physiologiques des végétaux.
Comparaison entre deux variétés pour (Phaseolus Vulgaris),
Sensible (S156) et Résistante (R123).*

Soutenu publiquement le : 01/07/2018

Jury:

Présidente: M^{lle}. SOUALMI Nadia
Encadreur: M. BOURABATACHE M
Examineur: M. BOUFARES Khaled

Université Ibn Khaldoun–Tiaret
Université Ibn Khaldoun–Tiaret
Université Ibn Khaldoun–Tiaret

Année universitaire 2017– 2018

Remerciements

En premier lieu, nous tenons à exprimer nos plus vifs remerciements au professeur M. BOURBATACHE qui fut pour nous un directeur de mémoire attentif et disponible malgré ses nombreuses charges et sans qui ce mémoire n'aurait jamais vu le jour. Sa compétence, sa rigueur scientifique et sa clairvoyance nous ont beaucoup appris. Ils ont été et resteront les moteurs de notre travail.

Nous exprimons tous nos remerciements à l'ensemble des membres du jury :

Présidente: Mlle .SOUALMI Nadia.

Examineur : M. BOUFARES Khaled.

Nous tenons aussi à adresser toute notre gratitude à M. ADDA pour son disponibilité et son cordialité.

Nous présentons tous nos remerciements à tout le personnel du service de l'université ibn Khaldoun-Tiaret, de nous avoir acceptés au sein de ce service et de nous avoir facilités le travail.

Nous ne saurons terminer sans remercier toutes ces personnes qui sont dans l'ombre et dont la contribution à notre travail est non négligeable notamment tout le personnel de laboratoire, et la bibliothèque ainsi que l'administration.



Dédicace

Avant tous, mes profonds remerciements vont à «ALLAH» qui m'a aidé et m'a donné le courage et la patience pour effectuer ce travail.

Je dédie ce travail à

A mes très chers parents qui ont été toujours à mes côtés. Un grand merci pour vous et pour vos générosité et sacrifices

A mon frère Adel et à mes sœurs Amina, Fadhila et Mokhtaria.

A mes binômes Nourelhouda et Abdenour

A mes amis: Hichem, Ali, Hamza, Abdelah et Amine.

A toute la promotion 2018.

Oussama

Table des matières

Remerciements

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abrégés

Introduction

Partie 01 : Etude bibliographique

Chapitre I : Bio-surveillance végétale

I-1-Définition de la pollution atmosphérique.....	2
I-2-Sources de pollution atmosphérique.....	2
I-3-Facteurs physiques qui influencent la pollution.....	2
I-4-L'effet de serre.....	3
I-5-Monoxyde de carbone.....	3
I-6-Principes généraux de la bio surveillance végétale de la pollution atmosphérique.....	3
I-7- Approche passive.....	3
I-8- Approche active.....	3
I-9-Avantages et limites de la bio surveillance.....	3

Chapitre II: Pollution Photochimique

II-1. Notions générales	3
II -2-La pollution par l'Ozone (O₃).....	3
II -3-La pollution par l'ozone	6

II -4-La pollution par l'ozone affecte les zones rurales	6
II -5-Les précurseurs de l'ozone	7
II -6-Polluants primaires et secondaires	7

Chapitre III: Effets de l'ozone sur les vegetaux

III-1-Les effets des polluants atmosphériques sur les plantes	8
III-2-Effets des polluants atmosphériques sur les principales fonctions écophysiologiques des plantes.....	9
III-2-1-Effets sur la photosynthèse	9
III -2-2-Effets stomatiques	9
III -2-3-Effets sur la respiration.....	10

Partie N°02: Etude Experimentale

Chapitre I: Zone d'étude

I-1-Localisation de la zone d'étude	11
I-2- Aperçue climatiques.....	12
I-2-1- Régime Thermique	12
I-2-2-Régime Pluviométrique	12
I-2-3- Humidité atmosphérique.....	13

Chapitre II: Matériels et Méthodes

II-1-Présentation de l'étude	14
II-2-Matériel biologique.....	14
II-2-1-L'haricot commun.....	14

II-2-2-Systematique	14
II-2-3- Fiche technique :	15
II-2-4-Exigences climatiques	15
II-3-Localisation de l'essai	15
II-4-Mise en place de l'experience.....	15
II-5-Conditions de culture	16
II-6-Le rapport Matiere fraiche / Matiere seche	17
II-7-Les parametres mesures.....	17
II-7-1-La conductance stomatique	17
II-7-2-Mesure d'ozone, Temperature et humidite.....	17
II-7-3-Determination des pourcentages de necrose	17

Chapitre III Resultats et Discussion

III-1- Analyse de la variabilite globale d'origine externe de l'ozone, Temperature et l'humidite pendant dix (10) jours de variation.....	19
III -2- Analyse de la variabilite : de reponses des haricots, pendant dix (10) jours d'exposition.....	20
III -3- Interaction entre les parametres de variation d'origine externe	21
III -4-Interaction entre les de variation due a l'ozone, couple avec les reponses de l'espece d'haricot.....	22
III -5-Analyse de la variation intrinsèque de la plante liee a la conductance stomatique, par le biais d'un rapport de % de la matiere fraiche/ seche.	23

Conclusion generale

References bibliographiques

Annexes

Liste des tableaux

Tableau N°01: Classification de l'haricot selon (Silué 2009).....	14
Tableau N°02 : Taux de réussite de germination pour les deux variétés.	15
Tableau N°03 : Analyse de corrélations globale entre les paramètres étudiier (significatives marquées à $p < ,05000$).	21
Tableau N°04 : Corrélations entre l'ozone et les réponses des haricots pendant 10 jours ; (Corrélations significatives marquées à $p < ,05000$).	22
Tableau N°05 : Analyse descriptive, de la variation de la conductance stomatique suivant le rapport $\%(MF/MS)$	23

Liste des abréviations

- **C/S** : Conductance stomatique.
- **CFC** : Chlorofluorocarbures.
- **(COV)** : Composés organiques volatils.
- **(HC)** : Hydrocarbures.
- **MF** : Matière fraîche.
- **mmol m⁻²s⁻¹**: micro mole par mètre carré par seconde.
- **MS** : Matière sèche.
- **(NO)**: Monoxyde d'azote.
- **(NO₂)** : Dioxyde d'azote.
- **(NO_x)**: Les oxydes d'azote.
- **O₃** : Ozone.
- **PMN** : Pourcentage moyenne des nécroses
- **PPb** : Partie par billion.
- **r** : Coefficient de corrélation.
- **R123** : Haricot de variété résistante.
- **S156** : Haricot de variété sensible.

Introduction

générale

Introduction

L'ozone troposphérique, est un polluant photochimique secondaire d'origine anthropique, dont les concentrations ont dangereusement augmentées depuis le début du XXème siècle.

En effet, en plus des risques avérés pour la santé humaine (maladies dégénératives, arthrose, troubles cardiaques, troubles nerveux, cancer 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 couverts végétaux perturbent un certain nombre de processus physiologiques et biochimiques essentiels au développement des végétaux. L'ozone entraîne l'apparition de lésions foliaires, une baisse de la photosynthèse et une diminution des rendements.

Ainsi, pour les espèces végétales cultivées, les conséquences sociétales de l'intensification des effets de l'ozone pourraient être dramatiques à cause de pertes économiques potentielles dans un contexte mondial où la sécurité alimentaire est un réel enjeu (**Vingarzan R ; 2004**)

Dans ce sens, notre étude se propose de mettre en relief l'impact de la pollution photochimique e sur les végétaux, spécifiquement l'haricot et ce en visant : l'identification de la zone d'occurrence, évaluation de la variation journalière des paramètres physiologiques ainsi que la mise en relief de l'interaction flux-effet pour le **Phaseolus vulgaris**.

Il nous a paru dès lors judicieux d'articuler notre recherche sur l'hypothèse de l'effet de l'ozone sur l'augmentation du taux de Nécrose et sur la diminution du rendement d'où une sénescence foliaire.

Notre travail de recherche est ainsi réparti en deux:

- La première aborde le socle bibliographique ;
- La seconde est consacrée pour le volet expérimental.

Partie I

Etude bibliographique

Chapitre I

La bio-surveillance végétale.

I-1-Définition de la pollution atmosphérique

On entend par pollution de l'atmosphère, l'émission dans l'atmosphère, de gaz, des fumées ou de particules solides ou liquides, corrosifs, toxiques ou odorantes de nature à incommoder la population, à compromettre la santé ou la sécurité publique ou à nuire aux végétations, la production agricole et aux produits agro-alimentaires, à la conservation des constructions et monuments ou au caractère des sites » **(Journal Officiel Algérien, 1983)**.

I-2-Sources de pollution atmosphérique

- 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 :
- Les feux des forêts, des cultures ou des prairies contribuent à des émissions importantes de noyaux de condensation, d'imbrûlés et de gaz.
- Les volcans émettent des gaz comme le dioxyde de soufre et de l'hydrogène sulfureux, et des particules des cendres en grande quantité, dont les nuages peuvent parcourir des distances considérables.
- Les embruns marins sont constitués par des aérosols renferment des cristaux de sels qui peuvent entraîner à une pollution.
- Les végétaux sont à leur tour à l'origine d'une pollution par les pollens, les spores et les champignons.
- L'homme et les animaux rejettent des quantités importantes de dioxyde de carbone et sont à l'origine d'une pollution microbienne **(Day, 1999)**.

I--3-Facteurs physiques qui influencent la pollution

Il s'agit d'obstacles (relief, bâtiments...) qui modifient le régime des vents, la direction des vents sera déviée autour des obstacles, qui pourra suivre des trajectoires préférentielles (Vallée...).

La vitesse sera elle aussi modifiée (plus élevée au sommet des ondulations du terrain et plus faible au fond de celles-ci) **(Ahlvik, 1997)**.

I-4-L'effet de serre

La diminution (« trou ») de la couche d'ozone stratosphérique due essentiellement à l'action des composés halogénés (chlore, brome, iode) libérés par les activités humaines, et la réduction du pouvoir filtrant de la couche d'ozone a des conséquences néfastes sur la santé.

L'augmentation de l'effet de serre qui constitue un processus naturel à la vie terrestre car sans ce phénomène, la température de l'air serait inférieure de 30°C à la valeur moyenne actuelle qui est de 15°C sur notre planète **(Melquiot P, 2003)**.

I-5-Monoxyde de carbone

Le monoxyde de carbone (CO) est un gaz sans couleur, inodore, toxique produit lorsque des carburants contenant du carbone sont brûlés où il y a trop peu d'oxygène. Il se forme également en raison de la brûlure des carburants à une température trop élevée. Il brûle dans l'air ou avec de l'oxygène avec une flamme bleue, et est légèrement plus léger que l'air **(Buchdahl, 2000)**.

I-6-Principes généraux de la bio surveillance végétale de la pollution atmosphérique

La bio-surveillance est l'utilisation à tous les niveaux d'organisation biologique (moléculaire, biochimique, cellulaire, physiologique, tissulaire, morphologique, écologique) d'un organisme ou d'un ensemble d'organismes pour prévoir et/ou révéler une altération de l'environnement et pour en suivre l'évolution » **(Garrec & Van Haluwyn, 2002)**.

I-7- Approche passive

On entend l'utilisation de végétaux en place, avec les inconvénients de ne pouvoir choisir ni les sites, ni les espèces, ni leur environnement, il s'agit d'une intégration rétroactive sur une plus ou moins longue durée de la pollution et des paramètres situationnels (climat, gestion) et des facteurs propres au végétal (variabilités génétiques) **(Garrec & Van Haluwyn, 2002)**.

I-8- Approche active

On entend la mise en place sur un site pendant une période donnée de végétaux génétiquement sélectionnés et cultivés dans des conditions standardisées. Elle permet de se dégager des facteurs génétiques et situationnels **(Garrec & Van Haluwyn, 2002)**.

La bio surveillance sera précisée après avoir défini les quatre concepts que nous regroupons sous ce terme : bio marqueur, bio-indicateur, bio-intégrateur et bio accumulateur.

- **Le bio marqueur** : se situe au niveau infra-individuel : altérations moléculaires, biochimiques, cellulaires ou physiologiques non visibles ;
- **Le bio-indicateur** : se place au niveau individuel : altération physiologiques, tissulaires ou morphologiques visibles ;
- **Le bio-intégrateur** : se situe au niveau populationnel et/ou communautaire : disparition ou apparition d'espèces, variation densitaire.
- **Le bio accumulateur** : est un équilibre dynamique entre l'air et la plante mais avec une constante de temps variable dépendant de la plante, de la vitesse métabolisation du polluant ou de sa vitesse de dépôt (le soufre, l'azote, le chlore sont des polluants rapidement métabolisables).
- **Pour des éléments toxiques**, on aura recours à des végétaux les plus résistants possible pour ne pas perturber les phénomènes d'accumulation (**Garrec & Van Haluwyn, 2002**).

I-9-Avantages et limites de la bio surveillance

Il apparaît pertinent de coupler les différentes méthodes de biosurveillance en s'intéressant aux apports de chacune d'entre elles. Par exemple, des études sur le long terme tendent à montrer une réponse plus lente de la flore lichénique (bioindication) face aux modifications des concentrations en polluants atmosphériques (bioaccumulation) (**Loppi et al., 1998**).

Les principaux avantages qu'offre la bio surveillance sont :

- Une approche globale : en étudiant la réponse biologique, l'ensemble des contaminants du milieu est pris en considération, en intégrant à la fois la dimension temporelle et la dimension spatiale, approche complémentaire aux capteurs physico-chimiques.
- Une simplification protocolaire : La bio surveillance passive ne nécessite pas d'anticipation particulière ; seule une récolte du matériel biologique ubiquiste est réalisée au moment souhaité, facilitant l'accessibilité des données (**Loppi et al., 1998**).

Chapitre II

Pollution photochimique

II-1. Notions générales

La pollution est toute modification directe ou indirecte de l'environnement provoquée par tout acte qui provoque ou qui risque de provoquer une situation préjudiciable pour la santé, la sécurité, le bien-être de l'homme, la flore, la faune, l'air, l'atmosphère, les eaux, les sols et les biens collectifs et individuels **(Journal Officiel Algérien, 2003)**.

II -2-La pollution par l'Ozone (O₃)

Il s'agit d'une variété gazeuse allotropique de l'oxygène (O), plus lourde que l'air ; On parle du "bon" c'est-à-dire ozone stratosphérique et du "mauvais" c'est-à-dire ozone à la surface de la terre, également appelé ozone troposphérique.

L'ozone stratosphérique ou "bon ozone" est retrouvé à assez haute concentration dans la stratosphère terrestre, essentiellement à une altitude comprise entre 15 et 20 km. Cet ozone absorbant fortement les rayons ultraviolets, protège les organismes vivants de radiations U.V. Il est détruit par des aérosols, notamment issus de l'activité humaine, parmi lesquels les CFC, entraînant ainsi un trou dans la couche d'ozone **(Melquiot P, 2003)**.

L'ozone troposphérique ou "mauvais ozone" est engendré par la pollution près de la surface de la terre. Initialement, on pensait que l'ozone troposphérique était de l'ozone stratosphérique qui serait descendu, étant donné que l'ozone est beaucoup plus lourd que l'air.

Or, il est reconnu aujourd'hui que, si le phénomène de descente d'une partie de l'ozone de la stratosphère vers la troposphère existe bien, il n'est responsable que d'une petite partie de l'ozone troposphérique. L'ozone des basses couches de l'atmosphère est un gaz extrêmement irritant et incolore qui se forme juste au-dessus de la surface de la terre **(Melquiot P, 2003)**.

L'ozone troposphérique est formé par une réaction chimique impliquant le dioxyde d'azote avec l'oxygène de l'air. Or, pour former du dioxyde d'azote (NO₂), il faut du monoxyde d'azote (NO) directement rejeté par les automobiles, combiné à des composés organiques volatils (COV) provenant principalement des industries **(Melquiot P, 2003)**.

On l'appelle donc polluant secondaire parce qu'il est produit lorsque deux polluants primaires réagissent au soleil et à l'air stagnant. Ces deux polluants primaires sont les oxydes d'azote (NO_x) et les composés organiques volatils (COV).

L'ozone troposphérique contribue à l'effet de serre et aux pluies acides (altération des végétaux et des forêts). C'est un facteur de dégradation des matériaux dont le caoutchouc (problème fréquent au niveau des pneumatiques). Chez l'homme ou l'animal, il est à l'origine d'irritation des muqueuses oculaires et respiratoires, de crises d'asthme chez les sujets sensibles **(Melquiot P, 2003)**.

II -3-La pollution par l'ozone

Les durées de vie des composés impliqués dans la pollution photochimique obligent à considérer le problème sur une grande échelle de temps (plusieurs jours) et d'espace (sur des distances de plusieurs milliers de kilomètres). La pollution par l'ozone peut ainsi affecter des territoires éloignés des sources.

Cet impact à longue distance dépend des conditions météorologiques et géographiques. La forte pollution par l'ozone à laquelle les régions sont habituellement soumises, du fait notamment de l'importance des émissions (activités industrielles importantes, fort trafic routier), affecte peu les régions voisines **(M-E-D-D, 2003-2015)**

II -4-La pollution par l'ozone affecte les zones rurales

La production d'ozone est un phénomène chimique non linéaire qui dépend des niveaux de concentration en NO_x et en COV dans l'air ambiant. C'est notamment le rapport des concentrations de COV et de NO_x qui déterminent les conditions de production de l'ozone.

Généralement lorsque les concentrations de NO_x sont élevées (dans les centres urbains), la vitesse de production d'ozone décroît (excepté lors de conditions météorologiques stagnantes ou de recirculations qui favorisent la production d'ozone localement). Lorsque le panache s'éloigne du centre urbain, il tend à s'appauvrir en NO_x qui ont un faible temps de vie et qui ne sont que peu émis hors des grandes agglomérations.

En revanche la charge en COV du panache persiste, ces composés ayant une durée de vie plus importante, et il y a par ailleurs des émissions de COV en milieu rural (notamment par la végétation).

Le rapport COV/NO_x augmente donc, ce qui accroît la vitesse de production de l'ozone, d'où des concentrations potentiellement importantes. Ceci souligne l'importance de réduire les émissions anthropiques de COV pour lutter contre l'ozone **(M-E-D-D, 2003-2015)**.

II -5-Les précurseurs de l'ozone

Les précurseurs de l'ozone ont pour origine l'activité humaine : les oxydes d'azote sont émis principalement par les véhicules automobiles et par les industries et les composés organiques volatils sont, pour la plus grande part, émis par les industries, les véhicules automobiles et lors de l'utilisation de solvants : peinture, dégraissage **(M-E-D-D, 2003-2015)**.

II -6-Polluants primaires et secondaires

- Un polluant primaire est un polluant de l'air émis directement par une source donnée.
- Un polluant secondaire n'est pas émis directement en tant que tel, mais se forme lorsque d'autres polluants (polluants primaires) réagissent dans l'atmosphère.

L'ozone, qui se forme lorsque les hydrocarbures (HC) et les oxydes d'azote (NO_x) réagissent avec la lumière du soleil, est un exemple de polluant secondaire, tout comme le dioxyde d'azote (NO₂), qui se forme quand le monoxyde d'azote (NO) réagit avec l'oxygène de l'atmosphère, ou encore les pluies acides, qui se forment lorsque le dioxyde de soufre ou les oxydes d'azote réagissent avec l'eau **(Mayer, 1999.)**

Chapitre III

Effets de l'ozone sur les végétaux

III-1-Les effets des polluants atmosphériques sur les plantes

L'objectif de cette partie est de décrire les effets directs et indirects des principaux polluants atmosphériques sur la physiologie des plantes. Ces effets ne sont pas encore très bien connus. On sait néanmoins depuis longtemps que l'exposition ponctuelle à de fortes doses de polluants se manifeste souvent par des symptômes bien visibles, les dégâts (tâches, nécroses...), qui peuvent aller jusqu'à la mort des végétaux.



Figure N°01: Effets d'une exposition de feuilles d'haricot à une forte concentration de SO₂ pendant une heure (J-F Castell, 1999).

L'apparition de ces symptômes a permis dans un premier temps d'établir des courbes reliant la dose d'exposition (qui est calculée par le produit concentration x durée d'exposition) à la réponse observée.

On remarque que dans la plupart des cas, la relation entre la dose et l'effet observé n'est pas linéaire. De même, la notion de dose n'est pas très explicite : bien souvent, une dose réalisée par un temps d'exposition court et une concentration élevée provoque plus de dégâts que la même dose quand elle est atteinte par une durée d'exposition plus longue et une concentration plus faible (J-F Castell, 1999).

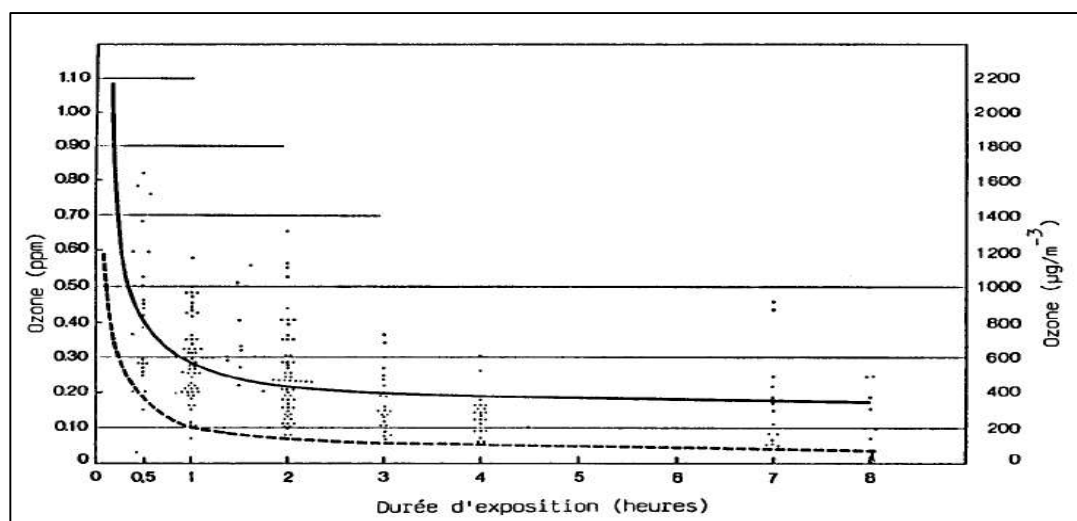


Figure N°02 : Relation entre durée d'exposition, concentration en ozone (Académie des Sciences, 1993).

III-2-Effets des polluants atmosphériques sur les principales fonctions écophysologiques des plantes

III-2-1-Effets sur la photosynthèse

C'est en général la fonction physiologique qui est la plus touchée par l'action des polluants atmosphériques. La figure N°1 : montre par exemple l'effet du SO₂ sur la photosynthèse de différentes espèces végétales. Elle révèle que pour une même concentration en SO₂, la réponse de chaque espèce, voire même de chaque génotype au sein d'une même espèce peut être très différente (J-F Castell, 1999).

Ces différences sont parfois effectivement dues à des fonctionnements physiologiques particuliers, mais elles peuvent aussi provenir de conditions expérimentales différentes (conditions de culture des plantes, mode de calcul de la dose d'exposition). C'est pourquoi l'interprétation de ce type de courbe est très délicate et nécessite une bonne connaissance des mécanismes impliqués.

III -2-2-Effets stomatiques

Les impacts des polluants atmosphériques sur les stomates sont extrêmement complexes : selon les cas, un même polluant peut provoquer une ouverture ou une fermeture, et les relations dose-réponse sont souvent difficiles à établir. Cela résulte de la multiplicité des facteurs qui peuvent intervenir sur l'ouverture stomatique (voir figure N°03 :) (J-F Castell, 1999).

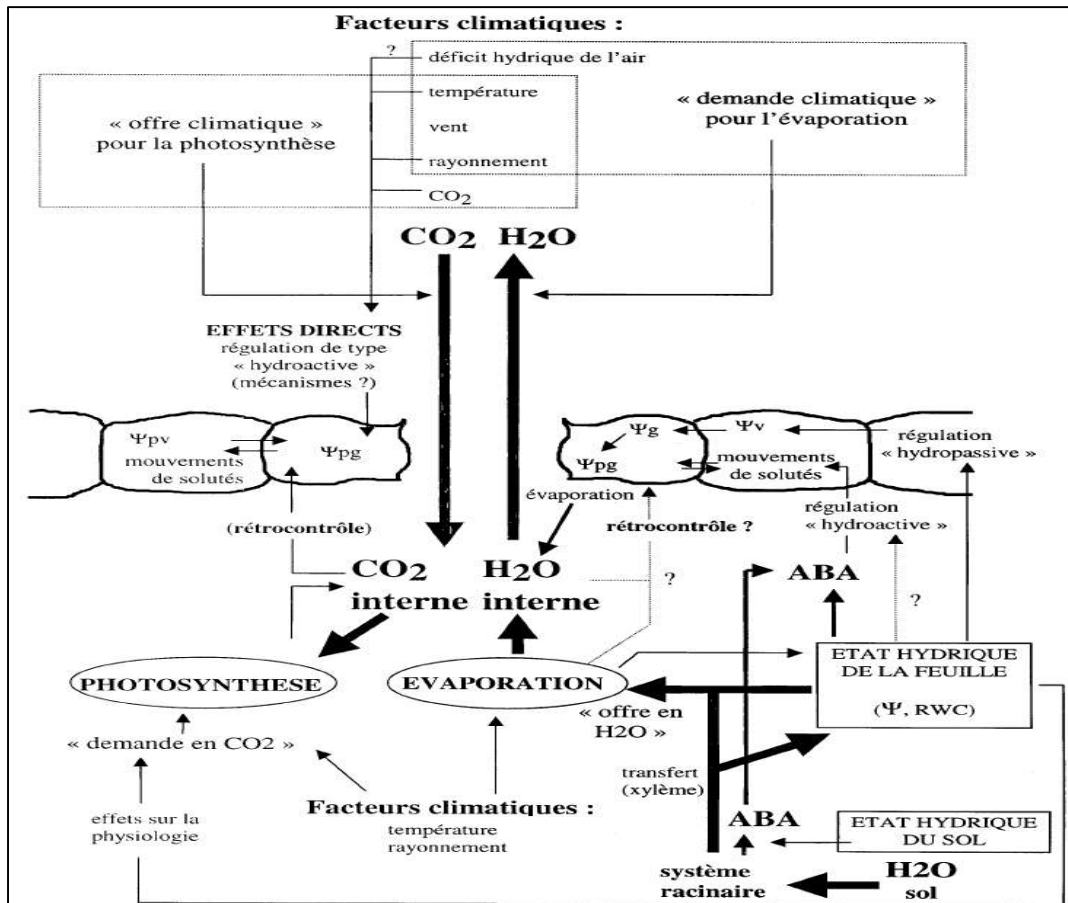


Figure N°03 : Ensemble des mécanismes contrôlant l'ouverture stomatique en l'absence de polluant (J-F Castell, 1999).

Chaque espèce végétale est caractérisée par sa conductance stomatique maximale (correspondant à une résistance stomatique minimale), qui traduit le degré d'ouverture maximal des stomates. Ainsi, plus une espèce a une conductance maximale élevée, plus sa résistance minimale à la diffusion du polluant (reste minimale).

III -2-3-Effets sur la respiration

Les connaissances dans ce domaine sont nettement moins riches qu'en ce qui concerne la photosynthèse. L'idée générale est que les polluants ont pour effet d'altérer les structures cellulaires (en particulier les membranes) et que la remise en état de ces composants nécessite des apports respiratoires accrus (J-F Castell, 1999).

Partie II

Etude expérimentale

Chapitre I

Zone d'étude

I-1-Localisation de la zone d'étude

La zone d'étude est localisée dans la wilaya de Tiaret, qui s'étend sur 20086 Km². Cette dernière est située au Nord Ouest de Algérien, sur les hauts plateaux Ouest entre la chaîne Tellienne au Nord et la chaîne Atlassienne au Sud. Ces limites géographiques sont:

- Au Nord et Nord-Est; la wilaya de Relizane; Tissemsilet.
- A l'Est, la wilaya de Djelfa;
- Au l'Ouest, la wilaya de Saïda, Mascara.
- Au Sud, la wilaya de Laghouat, El Bayadh. **(Boukabout, 2005).**

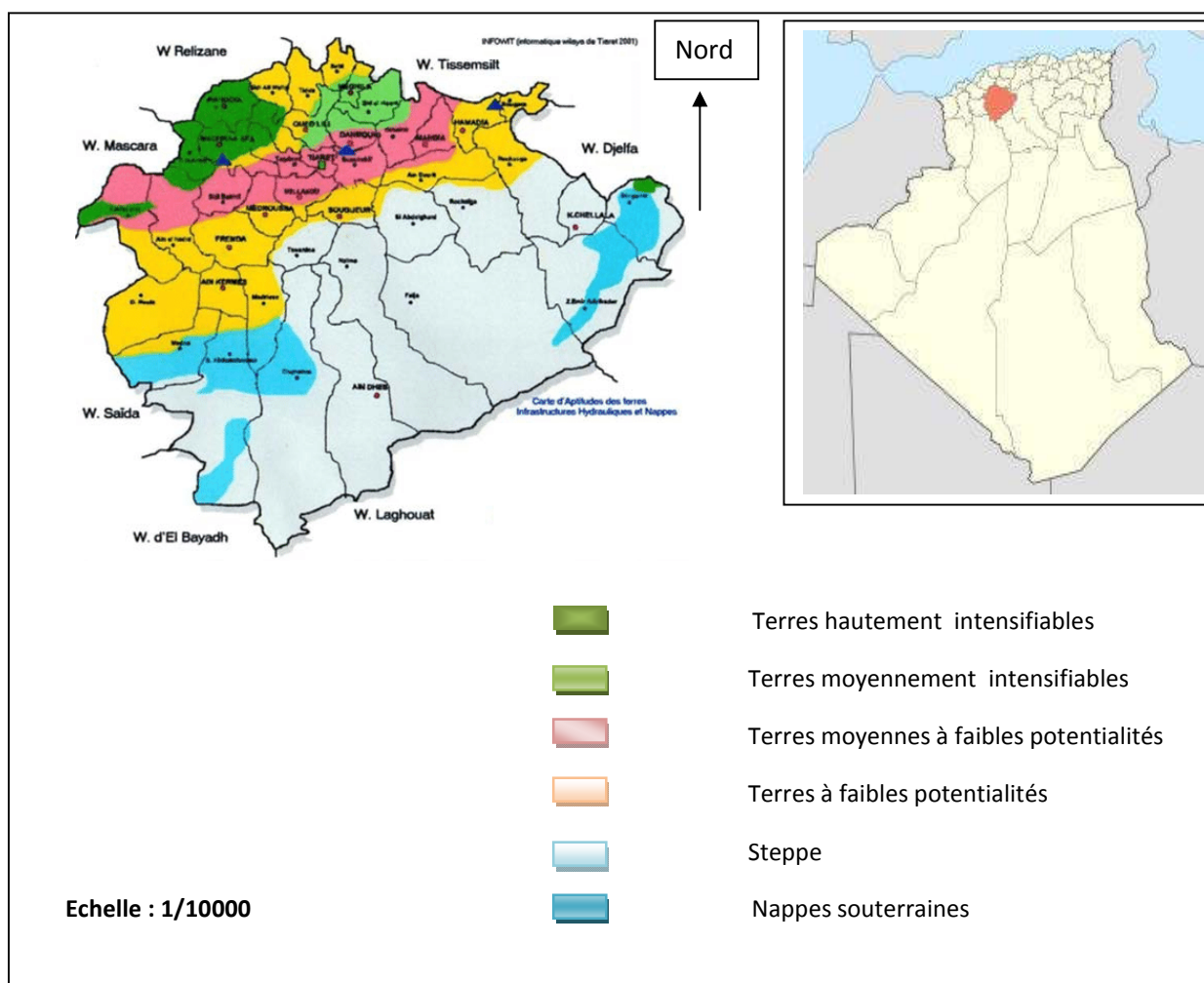


Figure N°04 : Carte d'Algérie avec la situation de la wilaya de Tiaret **(Boukabout, 2005).**

I-2- Aperçue climatiques

Le climat de cette région peut être reporté au climat méditerranéen de type continental à nuance aride ; Deux périodes principales sont caractéristiques pour cette région : la période pluvieuse et relativement froide allant d'octobre à avril, et la saison sèche et chaude, allant de mai à septembre.

Le minimum absolu de la température sous abri des mois les plus froids, janvier et décembre, tombe jusqu'à -5°C . D'octobre à avril les gelées nocturnes sont observées ; Décembre, janvier et février sont les mois les plus froids. L'été est habituellement sec et chaud le maxima absolu de la température de l'air à Sougueur est égal à $+43^{\circ}\text{C}$; juillet et août sont les mois les plus chauds **(Boukabol, 2005)**.

I-2-1- Régime Thermique

Le climat est de type continental ; caractérisé par un hiver rigoureux (température moyenne de l'ordre de $7,5^{\circ}\text{C}$ est remarquée pour le mois le plus froid). L'été est chaud et sec avec une température de l'ordre de 27°C pour le mois le plus chaude.

En moyenne les mois de Novembre, Décembre et Janvier engendrent 7 jours de gelée précoces. Il n'a à ce jour été observée que rarement une gelée tardive. Dans tous les cas, les ressources génétiques utilisées sont originaires de pays où la température descend jusqu'à -20°C et les conditions algériennes en hiver sont clémentes : les conditions de 5°C à 30°C ne diminuent pas l'évolution de ces types biologique **(Boukabol, 2005)**.

I-2-2-Régime Pluviométrique

La moyenne des précipitations oscille entre 200 mm et 400 mm par an et les relevés de quelques stations météorologiques confirment qu'il y a en moyenne 75 jours de pluie par an. La fréquence d'années humides est de 40% celle des années sèche est 45% et 15% sont des années moyennes. La vitesse du vent a une moyenne de 3.4 m/s et une direction dominante ouest.

Lors de la période estivale les vents sec et chauds qui soufflent du sud et sud-est ont une influence néfaste sur les cultures (le sirocco) ils soufflent des heures pendant plusieurs jours consécutifs. En moyenne, le sirocco souffle de 20 à 40 jours par an **(Boukabol, 2005)**.

I-2-3- Humidité atmosphérique

L'appréciation de ce facteur, est traduite par l'humidité ou l'état hygrométrique exprimée en pourcentage. Elle indique que l'état de l'atmosphère est plus ou moins proche de la condensation. Au niveau de la zone d'étude, elle est relativement faible, les pourcentages les plus élevés sont enregistrés en Décembre et Janvier.

L'humidité relative minimale et maximale mensuelle moyenne s'élève respectivement à 37% en juillet et à 74% en décembre. La valeur annuelle moyenne de l'évapotranspiration se place entre 1400 à 1500 mm **(Boukabout, 2005)**.

Chapitre II

Matériels et méthodes

II-1-Présentation de l'étude

Notre travail a pour but de vérifier l'impact de la pollution photochimique sur les végétaux :

- Pour identifier la zone d'occurrence de lésions visibles sur les trois types de *Phaseolus Vulgaris* (S156, R123, et Locale).
- Pour mesurer la variation journalière des paramètres éco-physiologique (conductance stomatique et la sensibilité foliaire).
- Pour établir une relation flux-effet pour le (*Phaseolus vulgaris*).

II-2-Matériel biologique

II-2-1-L'haricot commun

L'haricot commun (*Phaseolus vulgaris L.*) est une légumineuse alimentaire, elle représente la troisième plus importante récolte des légumineuses dans le monde (**Bouزيد, 2010**).

II-2-2-Systématique

L' haricot (*Phaseolus vulgaris*) de type jaune ou vert, est l'espèce la plus connue et la plus cultivée du genre *phaseolus*, avec plus de 150 espèces (**Nassar et boghdady, 2010**).

Tableau N°01:Classification de l'haricot selon (**Silué 2009**).

Super division	Spermatophyta
Division	Magnoliophyta
Classe	Magnoliopsida
Sous classe	Rosidae
Ordre	Fabales
Famille	Fabaceae
Genre	Phaseolus L.
Espèce	Vulgaris L.

II-2-3- Fiche technique :

Type de légume : Fabacées

Semis : Avril à mi-juillet (9 graines/mètre linéaire)

Floraison : Mai-juin à fin septembre

Récolte : Juin - Octobre (De juin à mi-octobre, tous les deux jours pour les filets, une ou deux fois par semaine pour les mangetout.)

Exposition : Soleil

Sol : réchauffé, ameubli, léger, et humifère

Arrosage : moyen

II-2-4-Exigences climatiques

C'est une plante de saison chaude (Avril ... juillet) dont l'optimum de croissance se situe entre 17 et 25°C et celui de fructification est de 25°C. Le haricot préfère un sol léger et bien drainé, ainsi ; il se cultive aux déficits hydriques (SYS, JR. S., VAN RANST, E., DEBAVEYE, I. R. J., BEERNAERT, F. (1993))

II-3-Localisation de l'essai

L'expérimentation a été menée dans une chambre de culture ouverte au niveau de la faculté des sciences de la nature et de la vie de Tiaret.

II-4-Mise en place de l'expérience

L'expérience durera jusqu'à ce que l'apparition des feuilles sur la plante. À titre indicatif, cela pourrait être pour environ 30-45 jours. Les graines sont semées à un moment approprié de 14/02/2018 au 12/06/2018 en fonction du climat. Sur le site expérimental, on a rempli les pots avec des composants (terreau) et bien de l'irrigation (de 10L à 15L) pour s'assurer que le sol est entièrement mouillé.

Tableau N°02 : Taux de réussite de germination pour les deux variétés.

<i>(Phaseolus vulgaris)</i>	Nombre de pots	Nombre assuré des plantes germés	Taux de germination
(S156)	30	06	20 %
(R123)	30	23	76.66%
Variété locale	17	08	47.05 %

(N.B : La variété locale pour compenser le nombre des pots non germés pour la variété S156).

II-5-Conditions de culture

- Semis deux graines de 5 cm à proximité du centre de chaque pot à une profondeur de 3 cm. Lorsque les premières vraies feuilles sont apparues, mince à un plant par pot.
- Le jour zéro de l'expérience est le jour où les plantes sont transplantées dans les grands pots.



Figure N°05 : Mise en place de l'expérience dans la chambre de culture (Essai de la germination).



Figure N°06 : Mise en place de l'expérience dans la Chambre de culture à ciel ouvert.

II-6-Le rapport Matière fraîche / Matière sèche

Au laboratoire, les plantes récoltées ont été pesées afin d'obtenir le poids de la matière fraîche et placées ensuite à l'étuve (80°C durée de 48h) pour avoir le poids de la matière sèche. Le rapport MF/MS a ensuite été calculé.

II-7-Les paramètres mesurés

II-7-1-La conductance stomatique

La conductance stomatique a été mesurée à l'aide d'un poromètre (AP4-Delta-T Devices ; Cambridge U.K).

Les mesures ont été réalisées sur des feuilles atteintes par l'ozone et des feuilles saines, durant un temps de 08 à 11 H et sous l'éclairement solaire. Le calcul de la conductance stomatique à l'ozone, (gs), Consiste à appliquer un facteur de diffusion au calcul de la conductance stomatique à la vapeur d'eau,

II-7-2-Mesure d'ozone, Température et humidité

Les mesures journalière de l'ozone troposphérique a été réalisé avec, un capteur de type Cairsens, est un dispositif de mesure de la qualité de l'air L'appareil est conçu pour détecter l'ozone et pour estimer les niveaux d'ozone dans une Gamme de (0-240 PPb ; 0-250PPb).

II-7-3-Détermination des pourcentages de nécrose

Selon (**Castell JF ,2000**) : La toxicité d'un polluant peut donner naissance, selon les cas, à des symptômes spécifiques visibles en surface tels que des nécroses, des taches, etc., et altérer certaines fonctions physiologiques du végétal la raison sur la quelle nous avons utilisé des planches guide pour la détermination du taux de nécrose (%) présenter dans la figure N°07.

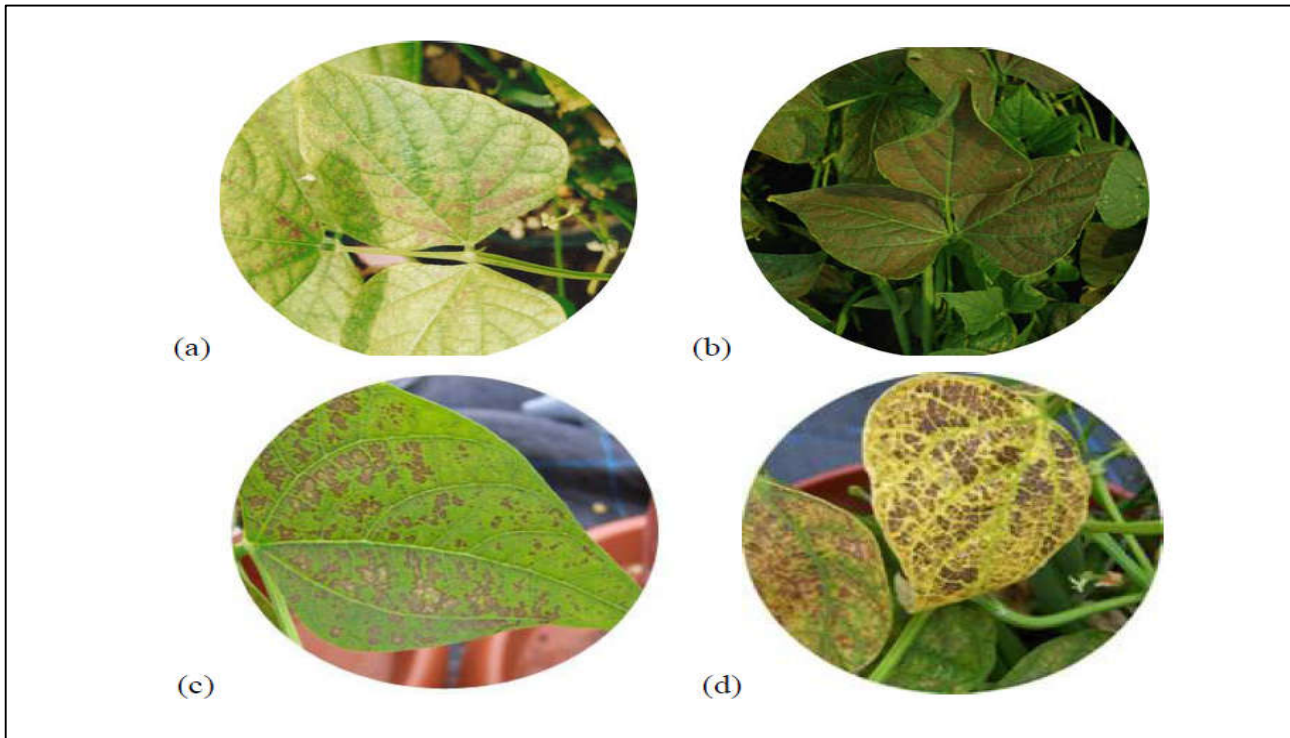


Figure N°07 : Blessures due à l'Ozone sur un trifoliolé de *Phaseolus vulgaris* (Castell JF ,2000).

Chapitre III

Résultats et discussion

III-1- Analyse de la variabilité globale d'origine externe de l'ozone, Température et l'humidité pendant dix (10) jours de variation.

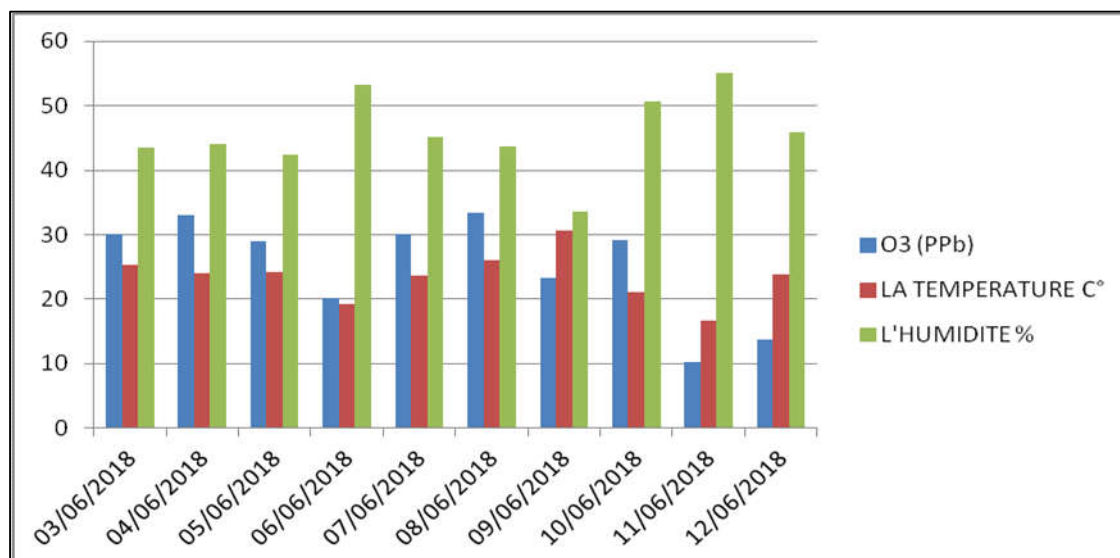


Figure N°08: Comparaison de la variation d'origine externe de l'ozone, Température et l'humidité pendant 10 jours de variation.

La figure N°08 : nous permet de faire une comparaison de la variation pour les paramètres suivantes : (O3 ; Température ; Humidité). On observe des valeurs extrêmes pour l'ozone pour les jours qui présente un maximum de température c'est-à-dire ; Les jours de température et d'humidités élevées provoquent une élévation du taux de l'ozone.

- On observe des variations pour le taux de l'ozone dont la valeur moyenne de dix (10) jours est de $(25.21 \pm 8.07 \text{ PPb})$ avec un maximum de (33.32 PPb) et un minimum de (10.28 ppb) .
- Une moyenne de température de $(23.44 \pm 3.80 \text{ C}^\circ)$, d'un maximum et de minimum de (30.54 C°) ; (16.66 C°) .
- Les valeurs d'humidité prennent une moyenne de $(45.69 \pm 6.11 \text{ \%})$; avec un maximum de (54.99 \%) , et des pourcentages minimale de (33.63 \%) .

III -2- Analyse de la variabilité : de réponses des haricots, pendant dix (10) jours d'exposition.

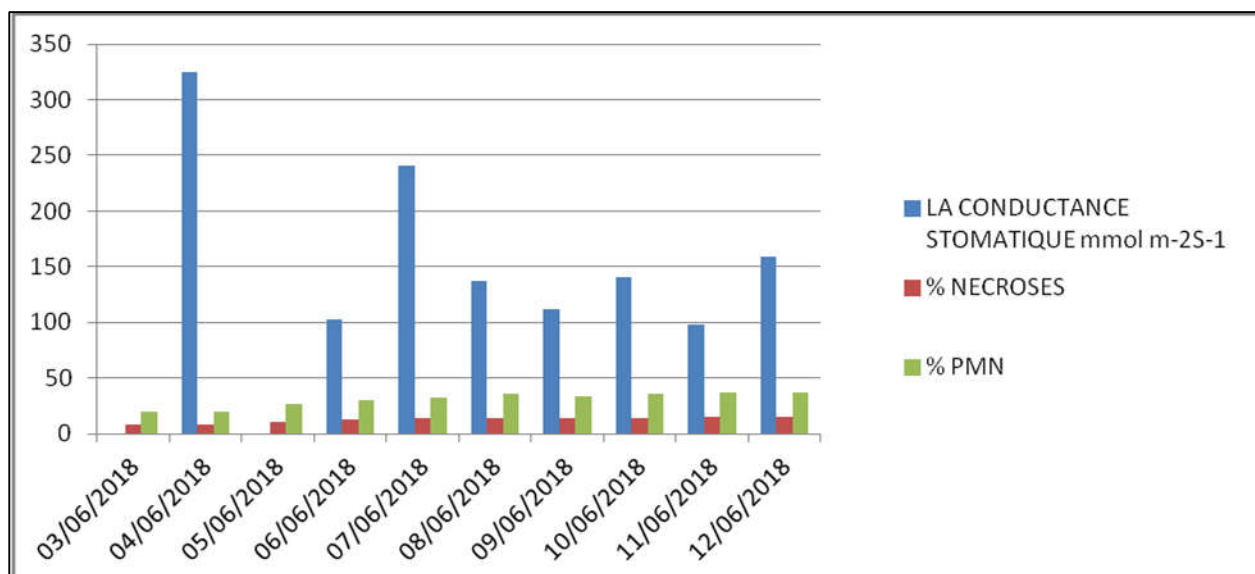


Figure N°09: Comparaison de la variation des réponses des haricots, pendant 10 jours d'exposition.

La figure N°09 : montre une variation des réponses des haricots dont les paramètres mesurés est (la conductance stomatique, le taux de nécrose et le pourcentage moyenne des nécroses).

On observe des valeurs élevés de réponses éco-physiologiques à savoir : La conductance stomatique, pour les jours de température maximale, qui provoque une élévation du taux d'ozone ce qui implique une détérioration des fonctions physiologiques de la plante, les mesures effectuées sont résumés comme suit :

- Les valeurs de conductance stomatique des dix jours ($131.46 \pm 98.43 \text{ mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$) comme moyenne et d'un maximum de ($325.20 \text{ mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$).
- Les valeurs de taux de nécrose des dix jours ($12.59 \pm 2.84 \%$) de moyenne, le maximum et le minimum est de (15.41% ; 7.78%) respectivement.
- Les valeurs de % PMN prend une moyenne de ($30.79 \pm 06.86 \%$) ; avec un maximum de 37.48% , et des faibles pourcentages de 19.24% .

III -3- Interaction entre les paramètres de variation d'origine externe

Nous avons reliés premièrement la variation due au changement des paramètres de l'extérieur et les interactions qui peuvent être se manifestées, le tableau N°03 : montre les différentes corrélations qui peuvent se traduits :

Tableau N°03 : Analyse de corrélations globale entre les paramètres étudiier (significatives marquées à $p < ,05000$).

	O ₃ (PPb)	T° C°	H %
O ₃ (PPb)		0,48	-0,43
T° C°	0,48		-0,98
H %	-0,43	-0,98	

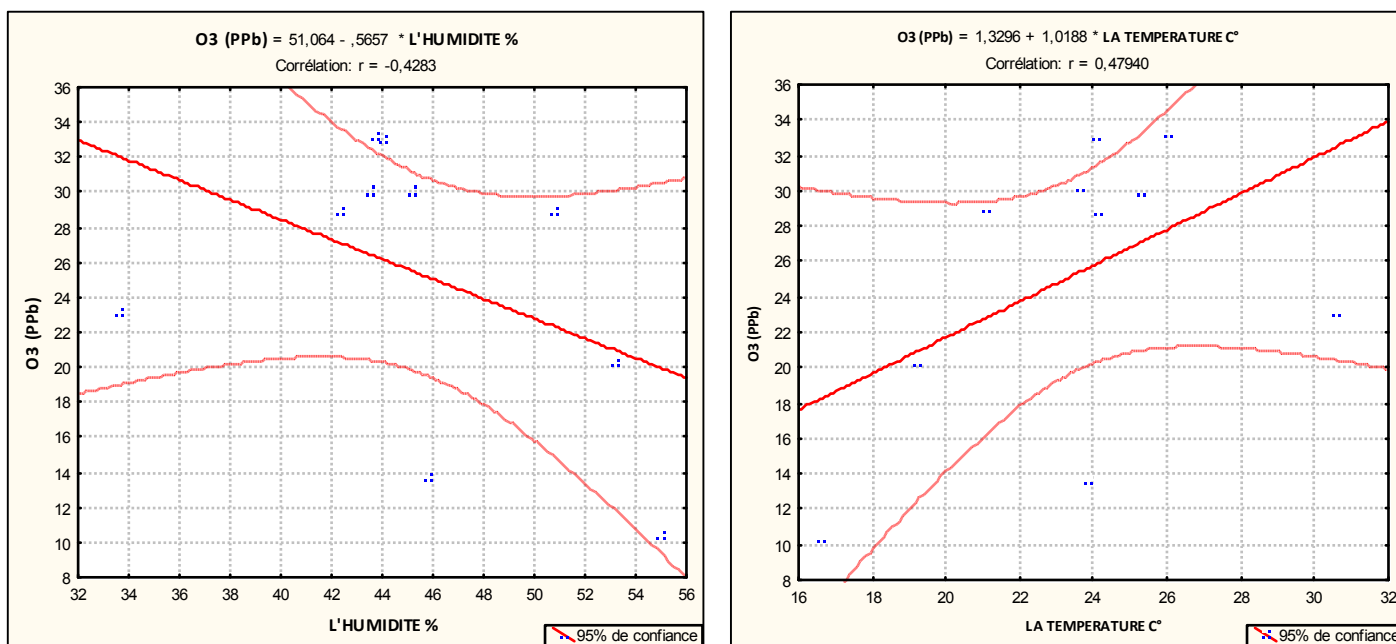


Figure N° 10: Interaction entre les paramètres de variation d'origine externe (Ozone en fonction de la température et de l'humidité).

L'examen de la figure N°10: montre une relation de type corrélation positive pour le cas de l'ozone en fonction de la température avec un taux de corrélation estimé à : ($r= 0.47$), tandis que pour la relation entre l'ozone et l'humidité est de type négative dont le taux de ($r=-0.42$). D'après cet examen nous pouvons dire que l'ozone est une sorte de variation de température.

III -4-Interaction entre les de variation due à l’ozone, couplé avec les réponses de l’espèce d’haricot

Nous allons tester la relation entre la variation de l’ozone en fonction de quelques facteurs physiologique de la plante. Les tests effectués sont résumés dans le tableau N°04 : et la figure N°11.

Tableau N°04 : Corrélations entre l’ozone et les réponses des haricots pendant 10 jours ; (Corrélations significatives marquées à $p < ,05000$).

	C/S $\text{mmol M}^{-2} \text{S}^{-1}$	% Nécrose	% PMN
O ₃ (PPb)	0,19	-0,56	-0,55

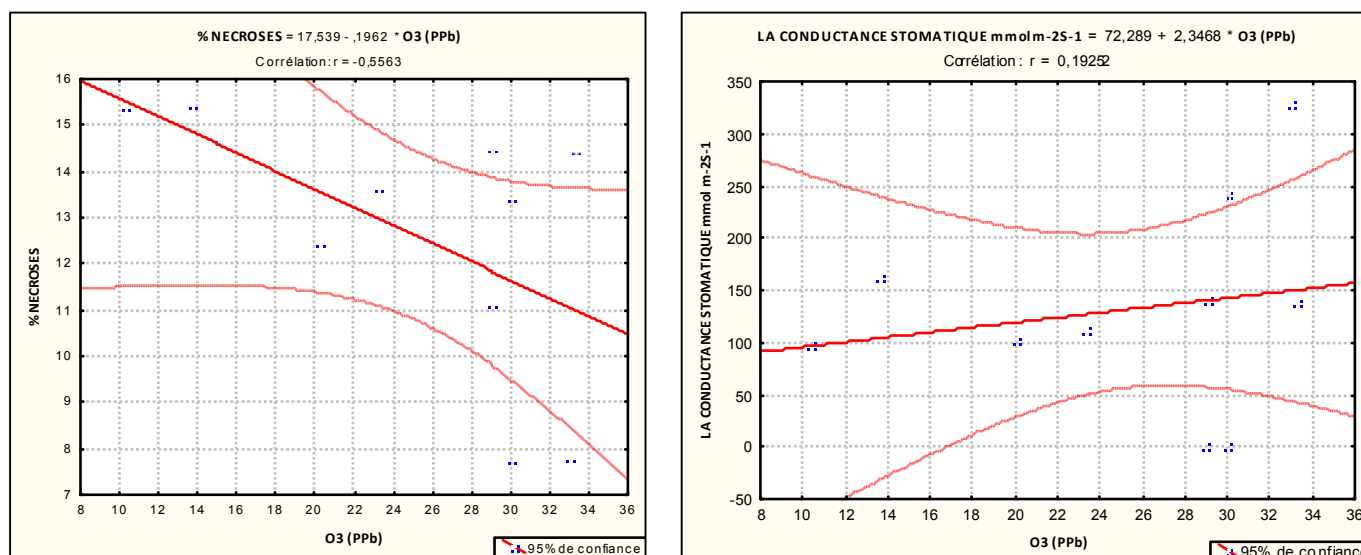


Figure N°11 : Interaction de l’ozone en fonction du taux de nécrose et la conductance stomatique.

La figure N°11 : permet une comparaison de la relation qui réside entre la concentration en ozone en fonction du taux de nécrose ; le taux de l’ozone prend une moyenne de $(25.21 \pm 8.07 \text{ PPb})$, et le taux de nécrose prend une moyenne est de $(12.59 \pm 2.84 \%)$; On constate qu’une relation linéaire de type corrélation négative ($r = -0.56$), ceci implique un dommage foliaire remarquable sur le système foliaire des haricots.

Les même remarques pour la deuxième relation entre l’ozone et la conductance stomatique qui prend une moyenne de $(131.46 \pm 98.43 \text{ mmol m}^{-2}\text{s}^{-1})$, comme moyenne et d’un maximum de $(325.20 \text{ mmol m}^{-2}\text{s}^{-1})$, et qui valide l’impact de l’ozone sur la transpiration foliaire, dont la relation est de type positive ($r = 0.19$).

III -5- Analyse de la variation intrinsèque de la plante liée à la conductance stomatique, par le biais d'un rapport de % de la matière fraîche/ sèche.

L'objectif de cette partie vise à déterminer la teneur en eau qui peut être transpiré, évalué à partir la conductance stomatique de la plante étudié illustré dans le tableau N°05 : et la figure N°12 ;

Tableau N°05 : Analyse descriptive, de la variation de la conductance stomatique suivant le rapport %(MF/MS).

	N°	Moyenne	Minimum	Maximum	Ecart-type
% MF/MS	37	16,74	9,75	23,21	3,24
Moyenne C/S mmol M⁻² S⁻¹	37	83,76	24,77	173,61	30,92

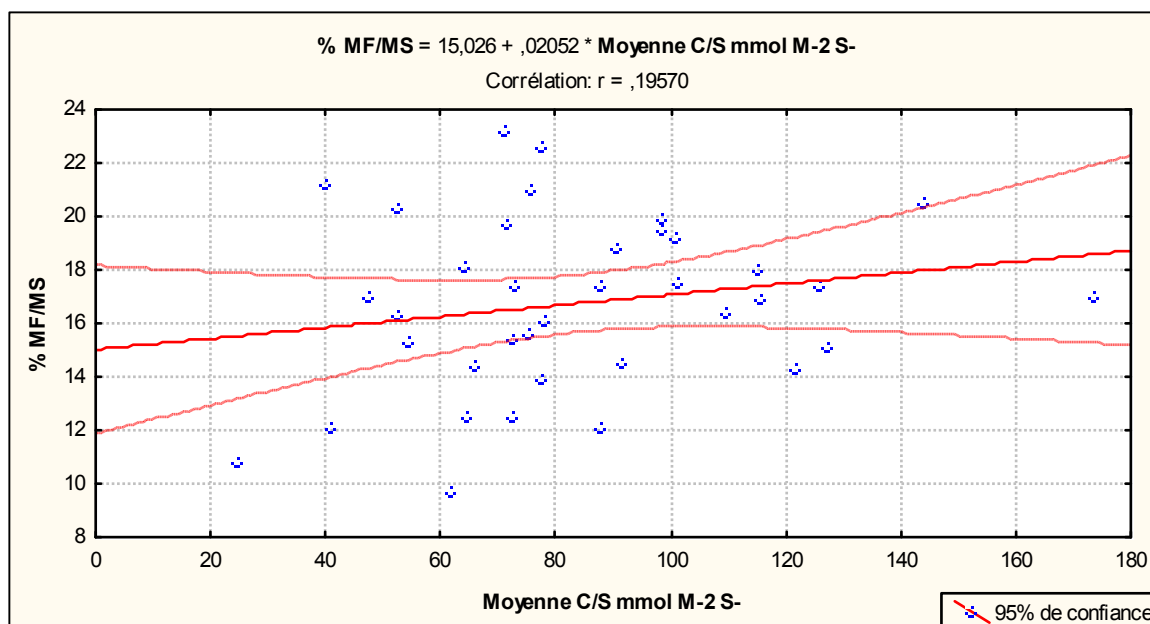


Figure N°12 : Analyse de la variation de la conductance stomatique, par rapport au % de la matière fraîche/ sèche.

D'après l'examen de la figure N°12 : on observe des variations pour MF/MS dont la valeur moyenne est de (16.74±3.247%) avec un maximum de (23.21 %) et un minimum de (9.75%). La conductance stomatique prend une moyenne de (83.76±30.92 mmol m⁻²s⁻¹);

On peut marquer une relation de type corrélation positive entre le rapport MF/MS et la conductance stomatique, qui confirme que la teneur en eau pour les plantes est conditionnées principalement par les différents échanges entre le système foliaires et l'extérieur végétative.

Conclusion générale

Dans ce travail qui a pour but de vérifier l'impact de la pollution photochimique sur les végétaux, nous avons étudié le comportement des plantes d'haricots (*Phaseolus vulgaris*), avec une différence connue de sensibilité à O₃, à savoir S156(Sensible) et R123 (Résistante) et une variété locale par rapport à leur réponse à l'ozone (O₃).

La conclusion principale de ce travail reste la mise en évidence de la sensibilité à l'ozone pour *Phaseolus Vulgaris*, qui malgré des niveaux conséquents d'exposition, parvient à maintenir son rendement au niveau de celui de plants exposés à des conditions ambiantes.

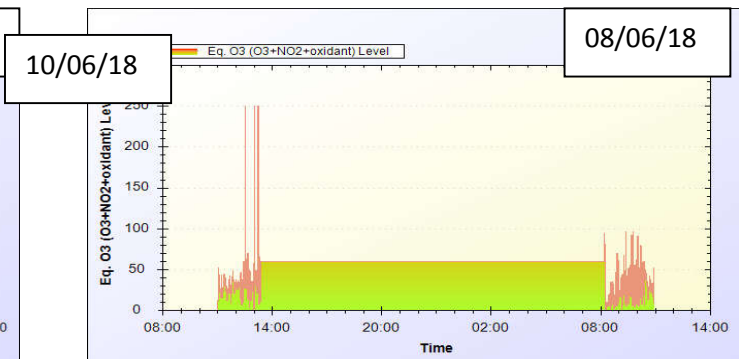
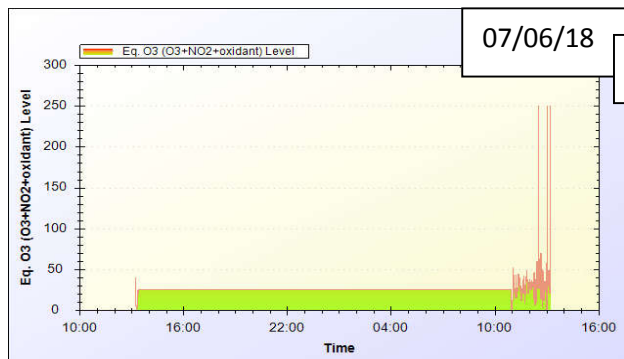
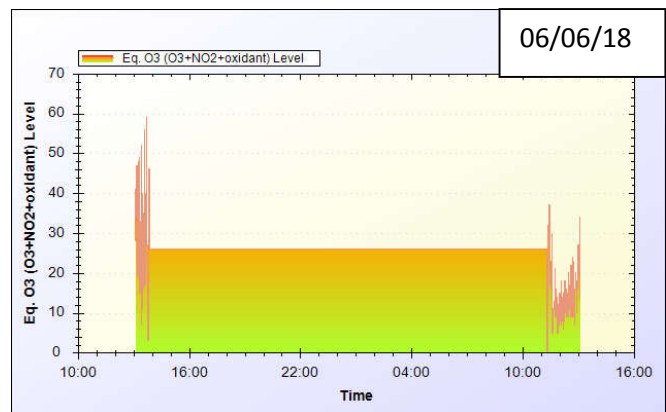
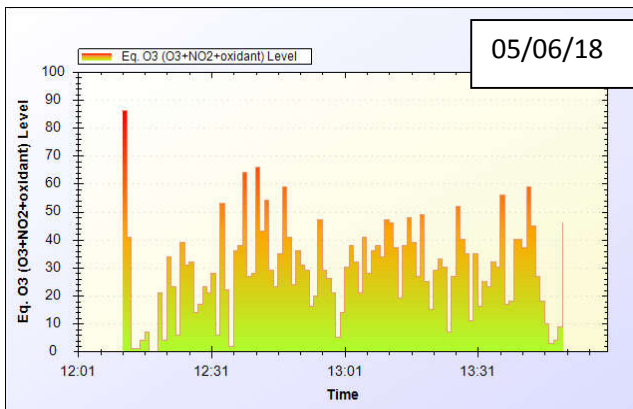
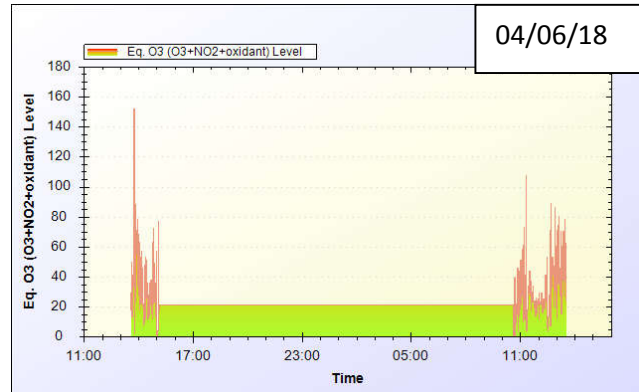
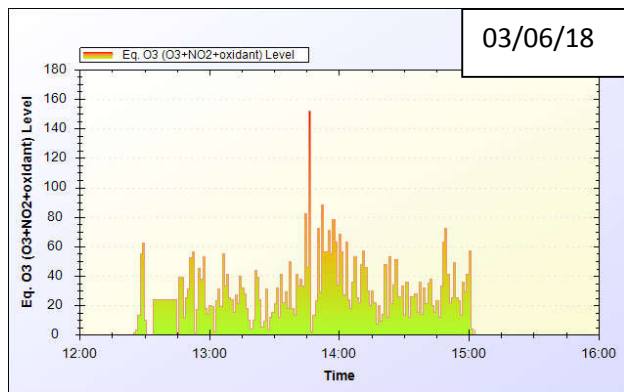
Nos observations soulèvent également de nombreuses interrogations quant à la compréhension des raisons de cette sensibilité et ouvre de nombreuses perspectives de recherche, que ce soit dans la compréhension de ses mécanismes de défenses ou dans celles des mécanismes de compensation.

Références bibliographiques

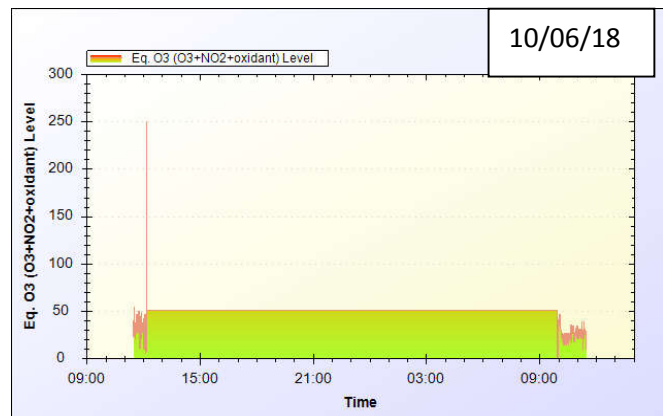
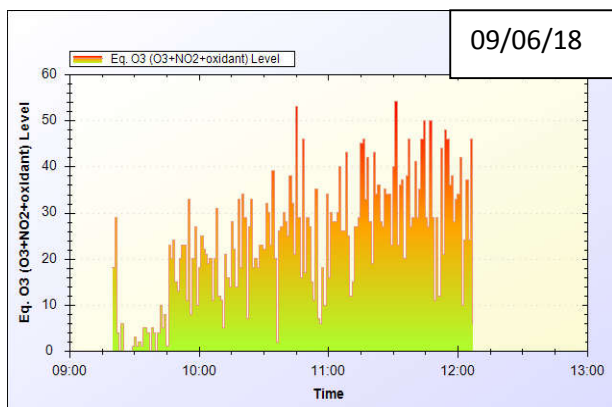
1. *Académie des Sciences (1993). Ozone et propriétés oxydantes de la troposphère. Rapport N°30. Lavoisier, Paris. 262 pages.*
2. *Ahlvik P, (1997), Programme to calculate Emissions from road transport- Methodology and Emissions Factors, COPERT II, EEA.*
3. *Bouchdahl (2000). Encyclopedia of the Atmospheric Environment.*
4. *Boukaboul. A, (2003). Parasitisme des tiques (Ixodidae) des bovins à Tiaret, Algérie.*
5. *Bouزيد, Salha., (2010). Etude de l'effet de la salinité de la présence du molybdène sur le comportement écophysio-logique de deux variétés de plantes de l'espèce phaseolus vulgaris L. Page 15-215.*
6. *Castell J-F (2000). Détection de l'ozone troposphérique au moyen de bio-indicateurs végétaux.*
7. *Castell, J-F., (1999). Fonctionnement hydrique et écophysio-logie de la plante. In Traité d'irrigation. J-R Thiercelin (Ed.) coll. Technique et Documentation, Lavoisier, Paris.*
8. *Day R., (1999). Enquête préliminaire sur l'impact de la décharge publique de Boulimat (Bejaia) sur la santé humaine. PFE écologie, Univ Abderrahmane Mira- Béjaia. durable.*
9. *Echaubard M (1995). Les animaux comme indicateurs biologiques de pollution. In : Marqueurs biologiques de pollution, 21-22 Septembre 1995, Chinon, 335-358.*
10. *Garrec J.-P., Van Haluwyn C. (2002). Biosurveillance végétale de la qualité de l'air : concepts, méthodes et applications. Tec & Doc. 117 p.*

11. **Journal officiel de la république algérienne** (20 juillet 2003). Loi N° 03-10 du 19 Jomada El Oula 1424 correspondant au 19 juillet 2003 relative à la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable.
12. **Mayer, (1999)**. Centre Interprofessionnel Technique d'Etude de la Pollution Atmosphérique.
13. **Mielquiot Pierre, (2003)**. 1.001 mots et abréviations de l'environnement et du développement
14. **Ministère de l'Ecologie et du Développement durable (2003-2015)**. Sstratégie nationale de développement durable orientations pour la mise en œuvre d'une revue par les pairs, publications de l'IEPF.
15. **Nassar, Rania M.A, et A, et Ahmed, Yasser M, et Boghdady, Mohamed S., 2010**. Botanical studies on phaseolus vulgarism L.: Morphology of vegetative and reproductive Growth. Page 323-333.
16. **Silué, Souleymane., (2009)**. Mécanismes génétique de l'embryogenèse chez phaseolus et application en hybridation interspécifique.
17. **SYS, JR. S., VAN RANST, E., DEBAVEYE, I. R. J., BEERNAERT, F. (1993)** : Land evaluation (Crops requirements) part III , Agricultural publications, n°7. G.A.D.C. Brussels, 28-31 PP.
18. **Vingarzan R ; (2004)**. A Review of Surface Ozone Background Levels and Trends, Atmospheric Environment.

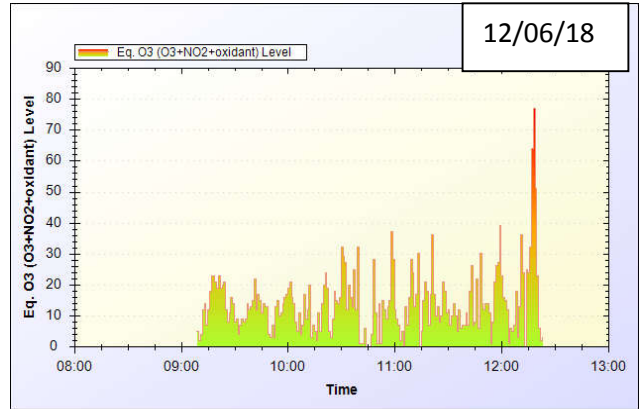
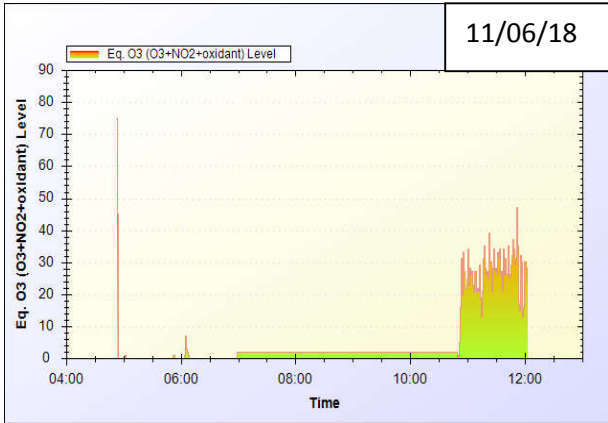
Annexe des Concentrations de l'ozone pendant 10 jours de variation



10/06/18



Annexe des Concentrations de l'ozone pendant 10 jours de variation



Résumé

Dans ce travail qui a pour but de vérifier l'impact de l'ozone sur les végétaux, nous avons étudié le comportement des plantes d'haricots (*Phaseolus vulgaris*), avec une différence connue de sensibilité à O₃, a savoir S156(Sensible) et R123 (Résistante) et une variété locale par rapport à leur réponse à l'ozone (O₃).

Les résultats obtenus sont les suivantes :

- Le taux de l'ozone dont la valeur moyenne de dix (10) jours est de (25.21±8.07PPb) avec un maximum de (33.32 PPb) et un minimum de (10.28ppb).
- Les valeurs de conductance stomatique des dix jours (131.46±98.43 mmol m⁻²s⁻¹) comme moyenne et d'un maximum de (325.20 mmol m⁻²s⁻¹).
- Les valeurs de taux de nécrose des dix jours (12.59±2.84 %) de moyenne, le maximum et le minimum est de (15.41% ; 7.78 %) respectivement.
- Les valeurs de% PMN prend une moyenne de (30.79±06.86 %) ; avec un maximum de 37.48%, et des faibles pourcentages de 19.24%.

Mots clés :

Air, Pollution, *Phaseolus vulgaris*, Ozone (O₃), Nécrose, conductance stomatique.

ملخص

قمنا بدراسة تأثير الأوزون على ثلاثة أنواع من نبات الفاصولياء و قد قمنا بمقارنة ثلاث أنواع تختلف وراثيا فصولياء مقاومة و فصول ياء حساسة و فصولياء محلية و هذا باستعمال غرف الزرع المفتوحة ولقد لاحظنا تأثير الأوزون على فيزيولوجيا الفاصولياء انطلاقا من قياس العوامل العامة التالية :

• الأوزون:
هناك اختلافات في معدل الأوزون بمتوسط قيمة عشرة (10) أيام (25.21 ± 8.07 PPb) بحد أقصى (33.32 PPb) والحد الأدنى (10.28 ppb).

• التصميم الثغور:
قيم تصرف الثغور للأيام العشرة (131.46 ± 98.43 mmol m⁻²s⁻¹) كمتوسط و بحد أقصى (325.20 mmol m⁻²s⁻¹).

• بالنسبة لمعدل النخر:
قيم معدل نخر العشرة أيام (12.59 ± 2.84 %) الحد الأقصى والحد الأدنى (15.41 % ، 7.78 %) على التوالي.

الكلمات المفتاحية :

النخر, ناقلية الثغور, الأوزون