

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 :

DARDOUR Aicha.

LADJALI Siham.

MEKKI Fathia.

*Thème*

Variabilité des réponses Morpho-physiologiques des végétaux due à l'ozone  
troposphérique.

Comparaison entre deux géotypes de Blé « Blé dur (*Triticum durum*), et Blé tendre  
(*Triticum aestivum*) »,

Soutenu publiquement le 01 .07.2018

**Jury:**

**Président:** M<sup>lle</sup> SOUALMI Nadia.

**Examineur:** M<sup>r</sup> BOUFARES Khaled.

**Encadreur:** M<sup>r</sup> BOURBATACHE Mansour.

Année universitaire 2017– 2018

# Remerciements

Nous tenons tout d'abord à remercier Dieu le tout puissant et miséricordieux qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce Modeste travail.

En second lieu, nous tenons à remercier très chaleureusement notre encadreur M<sup>f</sup> BOURBATACHE Mansour pour sa bonne humeur et sa gentillesse, et pour ses précieux conseils et son orientation ficelée tout au long de notre recherche.

Nous remercions notre présidentes de jury M<sup>lle</sup> SOUALMI Nadia d'avoir acceptée d'évaluée notre travaille.

A nos familles et nos amis qui par leurs prières et leurs encouragements, on a pu surmonter tous les obstacles.

Nous tenons à nous remercier toute personne qui a participé de près ou de loin à l'exécution de ce modeste travail.



Merci

## **Dédicaces**

*Je dédie ce mémoire*

*A tous ceux qui me sont proches et chers, mes parents, Pour leur soutien  
Permanent dans mes études et dans ma Vie, leur confiance en moi, leur  
Encouragements, et leur amour.*

*À mon frère << Mohamed >> qui a été toujours près de moi, qui s'inquiète et qui a été à mes  
cotés depuis mon enfance*

*A mes frères et sœurs, Abdelkader, Fatima, Saad, Ameer, Zohra, pour leur support continuel  
et leur amour, et leurs enfants : Hamza, Ismail, Ibtissem, Fares, Amina, Islam, Roumaissa,  
Zahira, Ritej, Rayen, Aissa, Housseem. Nihal, Maria.*

*A mes chères proches : Khaira, Samira, Imen, Ahmed, Ibrahim, Rachid*

*À mes sœurs charmantes : Wardia, Roumaissa, Roufaïda, Manal*

*Je vous dédie ce travail avec tous mes vœux de bonheur, de santé et de réussite.*

*Et à ma promo de 2ième année master génétique moléculaire 2017/2018.*

# Dédicaces

*Je dédie ce mémoire à:*

*La merveilleuse personne que ALLAH m'apporté, à «Papa رحمه الله»,*

*À qui je dois toute ma réussite ;*

*Au contentement et à l'espérance de Ma mère,*

*Qu'Allah la protège ;*

*À mes frères Abdenour et Mustapha ;*

*À mes sœurs Chahrazed et Anfal ;*

*À bébé de ma famille Ryanne ;*

*À toute ma famille ;*

*À mes proches, À amis : Nora, Ahlam, Chahira, Aicha, Fathia, Amel,*

*Messaouda, Amina*

*Abdenour ;*

*À mes enseignants.*

*...*

*Et à ma promo de 2ieme année master génétique moléculaire 2017/2018.*

# Dédicaces

*Au terme de ce travail, je tiens à remercier tout d'abord le  
Professeur **BOURBATAACHE.M**  
qui m'a encadré tout au long de ce travail en me faisant bénéficier de ses  
connaissances scientifiques et de ses conseils.*

*Je remercie tout particulièrement ma famille qui m'a aide dans ce travail par  
leur soutien et leur confiance. Merci à mes tendres parents mon père **MEKKI  
AHMED** et Ma mere sans qui ne serais arrive jusqu'ici et qu'ont certainement le  
plus heureux en ce moment exceptionnel de ma vie.*

*Merci à mes frère et soeures, mes amis (e) et collègues de travail pour leur  
soutien, leur confiance et leur présence. Aussi que ceux qui ont contribué de  
façon directe ou indirecte à la réalisation de ce mémoire et qui n'ont pas été  
cités je leurs exprime mes sincères reconnaissances.*

*A toute ma famille et ma belle-famille*

*A tous ceux que j'aime et qui m'aiment,*

*Je dédis ce travail, fruit de patience et de persévérance.*

**Table des Matières**

- Liste des figures
- Liste des tableaux
- Liste des abréviations
- Tables des matières
- Introduction.....01

**Partie N°01 : Etude Bibliographique**

**Chapitre N°I : La Bio surveillance végétale**

1-Historique.....02

2-La bio surveillance végétale .....02

3-Les approches de la bio surveillance végétale.....03

3-A-La voie active.....03

3-B-La voie passive .....03

4-Bio-surveillance par les végétaux.....03

4-1-Les lichens.....03

4-2-Les Mousses.....03

4-3-Champignons.....04

4-4-Les ligneux.....04

5-Impact de polluants atmosphériques sur la végétation.....05

**Chapitre N°II : La pollution photochimique**

1-Définitions.....06

2-Facteurs intervenant dans le transport et la diffusion de polluants.....06

2-1-Facteurs météorologiques.....06

2-1-A-Le vent.....07

2-1-B-Le gradient vertical de température .....07

2-1-C-La turbulence .....	07
2-2-Émission, transport, dégradation et dépôt .....	07
3-Les transformations chimiques de la pollution photochimique .....	08

### **Chapitre N°III : Importance Du blé**

1-Historique du Blé.....	09
2-Production du blé.....	09
3-Importance du blé .....	09
4-Utilisation du blé.....	09
4-A-Dans l'alimentation humaine.....	10
4-B-Dans l'alimentation animale .....	10

### **Partie N°02 : Etude expérimentale**

#### **Chapitre N°I : La zone d'étude**

1- lieu de l'étude .....	11
2-Les limites de la commune de Tiaret.....	12
3-1-Consistance du réseau routier interne.....	12
3-2-Répartition spatiale de la population.....	12

#### **Chapitre N°II : Matériel et Méthodes**

1-Présentation de l'étude.....	13
1-1-But expérimental.....	13
2-Matériel biologique .....	13

3-Localisation de l'essai.....	14
4-Conditions de culture.....	15
5-Les paramètres mesurés.....	16
5-1-La conductance stomatique.....	16
5-2-Mesure d'ozone, Température et humidité.....	16
5-3-Détermination des pourcentages de nécrose.....	16
5-4-Le rapport Matière fraîche / Matière sèche .....	16

### Chapitre N°III : Résultats et Discussion

1- Analyse de la variabilité globale d'origine externe de l'ozone, Température et l'humidité pendant dix (10) jours de variation.....	17
2- Analyse de la variabilité des réponses du Blé (blé tendre ( <i>Triticumaestivum</i> ) variété AIN-ABID ,et le blé dur ( <i>Triticumdurum</i> ) Variété SEMITO), pendant dix (10) jours d'exposition.....	18
3-Interaction entre les variations dues à l'ozone, couplée avec les réponses de blé.....	19
4-Analyse des réponses intrinsèque de la plante liée à la conductance stomatique et le pourcentage moyenne des nécroses, par le biais utilisation d'un rapport de % de la matière fraîche/ sèche.....	20

- Conclusion
- Références bibliographiques
- Annexe

## Liste des figures

<b>Figure N°01:</b> Concept de Bio-indication selon (Cuny/ al. 2012).....	02
<b>Figure N°02:</b> Principaux mécanismes d'entrée des polluants dans les plantes (Cuny., 2012).....	04
<b>Figure N°03:</b> Impact des polluants atmosphériques sur les plantes (Bouterraa M, 2014).....	05
<b>Figure N°04 :</b> La problématique du la pollution atmosphérique (APPA 2002).....	08
<b>Figure N°05 :</b> Diverses espèces de blé. Selon (BOUTIGNY A-Le ; 2007).....	10
<b>Figure N°06:</b> Présentation de la ville de Tiaret (Urbatia, 2017).....	11
<b>Figure N°07 :</b> Germination de blé (blé tendre ( <i>Triticum aestivum</i> ) Variété AIN-ABID, et le blé dur ( <i>Triticum durum</i> ) Variété SEMITO) dans l'incubateur à 27 C°.....	15
<b>Figure N° 08:</b> Implantation du blé (blé tendre et le blé dur) ; dans une Chambre de culture à ciel ouvert.....	15
<b>Figure N°09 :</b> Blessures due à l'Ozone sur un trifoliolé de <i>Phaseolus vulgaris</i> (a) a reçu comme 5-25% de la feuille blessés, (b) et (c) la feuille gravement endommagé (> 25% des blessures) et(d) la feuille sénescence (ICP-Végétation2012).....	16
<b>Figure N°10:</b> Comparaison de la variation d'origine externe de l'ozone, Température et l'humidité pendant 10 jours de variation.....	17
<b>Figure N°11:</b> Comparaison des réponses éco-physiologiques du blé (blé tendre ( <i>Triticum aestivum</i> ) variété AIN-ABID ,et le blé dur ( <i>Triticum durum</i> ) Variété SEMITO)), pendant 10 jours d'exposition.....	18
<b>Figure N°12:</b> variabilité entre les paramètres de variation mixte (Ozone en fonction de la conductance stomatique, taux de nécrose et le pourcentage moyenne des nécroses).....	19
<b>Figure N°13 :</b> Interaction de l'ozone en fonction du taux de nécrose et le pourcentage moyenne des nécroses.....	20
<b>Figure N°14 :</b> Analyse de corrélation pour la conductance stomatique et des pourcentages moyenne des nécroses, par rapport au % de la matière fraîche/ sèche.....	21

---

**Liste des tableaux**

<b>Tableau N°01</b> : Fiche descriptive blé dur variété Sémito.....	13
<b>Tableau N°02</b> : Fiche descriptive blé tendre variété Ain-Abid.....	13
<b>Tableau N°03</b> : Taux de réussite de germination pour les deux variétés du blé (blé tendre ( <i>Triticum aestivum</i> ) variété AIN-ABID, et le blé dur ( <i>Triticum durum</i> ) Variété SEMITO).....	14
<b>Tableau N°04</b> : Codage des échantillons pour les deux variétés de blé (blé tendre ( <i>Triticum aestivum</i> ) variété AIN-ABID ,et le blé dur ( <i>Triticum durum</i> ) Variété SEMITO).....	14
<b>Tableau N°05</b> : Statistiques descriptives pour les mesures de ; l’ozone, Température et l’humidité...17	
<b>Tableau N°06</b> : Corrélations pour les mesures de ; la conductance stomatique ( <b>gs</b> ), taux de nécrose et le pourcentage moyenne des nécroses en fonction du taux de l’ozone Corrélations significatives marquées à $p < ,05000$ .....	19
<b>Tableau N°07</b> : Corrélations pour les mesures de ; la conductance stomatique ( <b>gs</b> ), et le pourcentage moyenne des nécroses en fonction du rapport Matière fraîche/ Matière sèche Corrélations significatives marquées à $p < ,05000$ N=13.....	20
<b>Tableau N°08</b> : Statistiques descriptives pour les mesures de ; la conductance stomatique ( <b>gs</b> ), taux de nécrose et le pourcentage moyenne des nécroses.....	21

### Liste des abréviations

Cov : composés organiques volatils.

CO : d'oxyde carbone.

Gs : conductance stomatique.

HAP : hydrocarbures aromatiques monocycliques.

HF : fluorure d'hydrogène.

$\text{m mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  : micromole mètre<sup>-2</sup> /surface<sup>-1</sup>.

MF: matière fraîche.

MS: matière sèche.

NOx : les oxydes d'azote.

NHx : ammoniac.

O<sub>3</sub> : ozone.

Ppm : partie par million.

Ppb : partie par billion.

Var : variance.

PMN : pourcentages moyennes de nécrose.

SOx : d'oxyde de soufre.

R.N : la route nationale.

CW : chemin de wilaya.

# **Introduction**

## **Introduction**

L'atmosphère est un mélange de gaz contenant essentiellement de l'azote (78%) et de l'oxygène (21%). La quantité restante est constituée de gaz sous forme de traces (vapeur d'eau, gaz carbonique, ozone, hélium, argon, néon, krypton, xénon, ...).

Des poussières d'origines minérales et organiques en suspension dans l'air s'ajoutent à cette composition. Ainsi, les polluants font partie d'un infime pourcentage de l'atmosphère mais dont les conséquences peuvent être graves si leurs concentrations sont trop fortes. **(Rahal, 2015)**

Ces polluants de hausses concentrations entraînent des dommages à la santé humaine et à l'environnement et endommagent également à long terme, les ressources nécessaires au développement durable de la région touchée par ce phénomène.

La pollution Photochimique liée à des mécanismes qui font, que les polluants émis subissent une dispersion due aux conditions météorologiques ainsi que des transformations chimiques pour enfin constituer les émissions. **(Rahal, 2015).**

## **La problématique**

Pour observer l'impact de la variabilité des conditions externes sur les végétaux ; on a analysé une fois par jour pendant dix jours la santé des feuilles de blé: (blé tendre (*Triticum aestivum*) variété AIN-ABID, et le blé dur (*Triticum durum*) Variété SEMITO) ,à savoir la présence éventuelle des lésions dues à l'ozone (petites taches jaune pâle), et les échanges gazeux exprimés par la conductance stomatique.

**Partie N° 1.**

**Etude bibliographique**

# **Chapitre N° I.**

## **La bio-surveillance végétale**

## 1-Introduction

La bio-surveillance de la pollution atmosphérique à l'aide des végétaux a été très développée durant ces dernières années; plusieurs recherches ont été menées grâce à des travaux de divers institutions, aboutissant ainsi à démontrer que certains végétaux ont la propriété, soit de réagir très rapidement et d'une façon très visible aux polluants, soit d'accumuler très fortement les polluants présents. (Garrec JP, 2007).

Les végétaux sont des outils de grand intérêt pour la biosurveillance. Leur diversité offre un large éventail d'organismes utilisables tel que les Bryophytes, Lichens, les plantes à tige ou cormophytes qui sont employés spécifiquement ou non pour détecter un grand nombre de polluants atmosphérique (ozone, oxydes d'azote, particules en suspensions, métaux lourds, HAP, dioxines, pesticides...).(Garrec JP, 2007).

## 2-La biosurveillance végétale

C'est l'évaluation de la pollution à l'aide d'organismes vivants, le plus souvent des plantes. La biosurveillance repose sur l'utilisation de «bioindicateurs ». Ce sont des organismes qui, exposés à une pollution, réagissent par l'apparition de symptômes (nécroses) et des perturbations de la croissance et du développement. Ils vont nous renseigner sur le degré de pollution du milieu atmosphère par leur présence ou leur absence, ou bien encore par des symptômes d'intoxication. La biosurveillance peut également s'appuyer sur les «bioaccumulateurs », qui nous renseignent par leur teneur en substances polluantes. (M. Goujon / AREHN.2004).

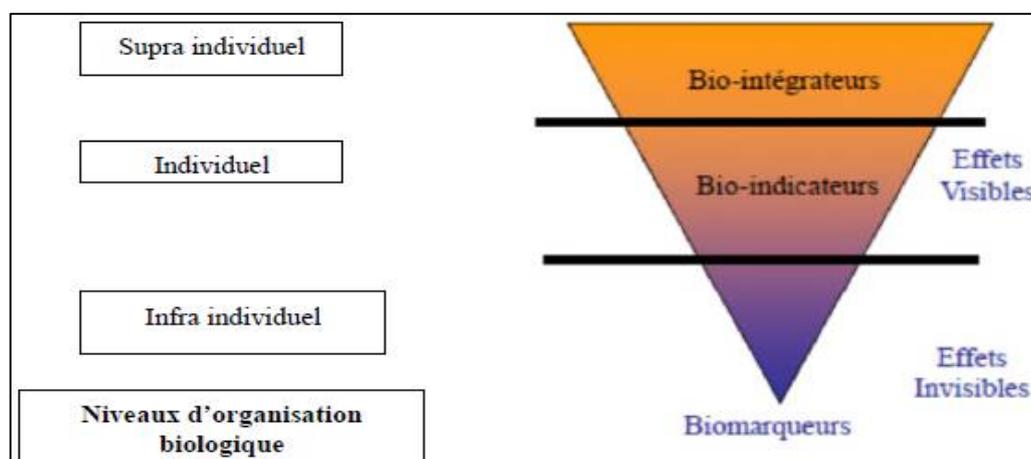


Figure N°01: Concept de Biosurveillance selon (Cuny / al. 2012).

### 3-Les approches de la biosurveillance végétale

#### 3-A-La voie active

On utilise la végétation en place et quelquefois des espèces cultivées présentes dans la zone à étudier. Les avantages de cette méthode ; sont la présence constante de ces plantes sur le terrain et la possibilité d'étendre l'échantillonnage. Le désavantage de cette technique vient de la variabilité des conditions bioclimatiques, des caractéristiques génétiques de la végétation, et de l'hétérogénéité de la répartition spatiale des plantes.

#### 3-B-La voie passive

Dans ce cas, on utilise des végétaux en place, poussant naturellement sur les zones d'investigation. Elle présente l'avantage de la durée de présence (pour les vivaces) et de s'affranchir des phases de production et mise en place du "matériel" indicateur. L'avantage de cette technique est qu'il est possible de travailler avec une population homogène de plantes. **(Bouteraa Mahdia, 2013)**.

### 4-Bio-surveillance par les végétaux

#### 4-1-Les lichens

Les lichens sont utilisés comme des bio-indicateurs et bio-intégrateurs performants dans la détection de la pollution atmosphérique. Nylander est le premier, à constater la disparition des lichens corticoles du Jardin du Luxembourg entre 1866 et 1896, émet l'idée que les lichens pouvaient être des « hygiomètres » de la qualité de l'air. **(Goujon, 2004)**.

#### 4-2-Les Mousses

Certaines études ont valorisé la propriété des mousses en bio-accumulation des polluants atmosphériques à la fois des retombées sèches ou humiques. Ainsi l'exposition des mousses à différents polluants atmosphériques (SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>) entraîne, chez les espèces sensibles, des décolorations et une réduction de la croissance. **(Wegener / al., 1992)**.

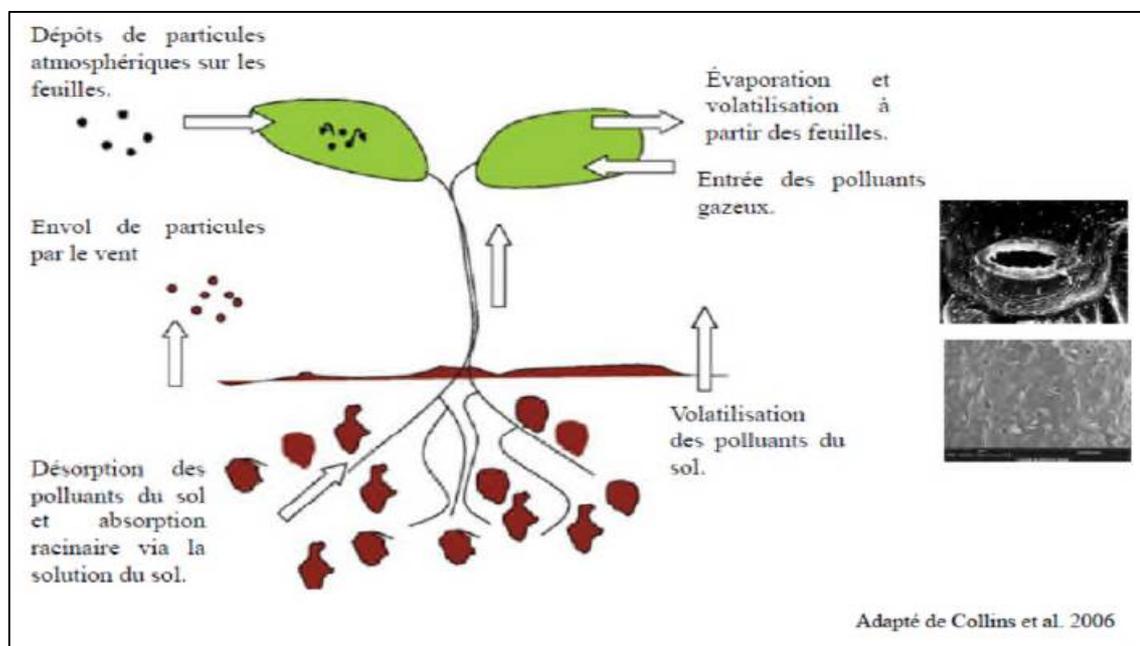
### 4-3-Champignons

Les champignons ont fait l'objet de nombreuses études pour leurs propriétés d'accumulation des métaux lourds et des éléments radioactifs qu'ils puisent dans le sol par leurs mycéliums. La plupart des études relatives à la bio-accumulation par les champignons s'intéressent certes aux propriétés de concentrateurs de ces éléments traces dans l'atmosphère via le sol. (Wegener /al., 1992).

### 4-4-Les ligneux

Chez les végétaux bio-indicateurs particulièrement sensibles, les perturbations dues aux pollutions atmosphériques vont se traduire rapidement par des nécroses foliaires, ainsi que par des modifications morphologiques et physiologiques.

Selon (Stenbock-Farmer., 1978) ; Ce sont le plus souvent les feuilles qui sont récoltées, dans lesquelles les polluants particulaires peu solubles peuvent être recueillis par lavage ou à l'aide d'un solvant et les polluants gazeux peuvent être analysés aisément dans les feuilles broyées à partir de leurs principaux éléments minéraux : F pour HF, N pour NO<sub>x</sub> et NH<sub>3</sub>, S pour SO<sub>2</sub>, etc.



**Figure N°02:** Principaux mécanismes d'entrée des polluants dans les plantes (Cuny., 2012).

### 5-Impact de polluants atmosphériques sur la végétation

L'impact de la pollution de l'air sur les végétaux résulte essentiellement de trois polluants : oxydes d'azote ( $\text{NO}_x$ ), dioxyde de soufre ( $\text{SO}_2$ ) et l'ozone ( $\text{O}_3$ ). Il se traduit par une réduction de la croissance des plantes sans dommages apparents, et des nécroses visible en cas de fortes concentrations de polluants ou une résistance amoindrie à un certains agents infectieux (**Dgac., 2003**).



**Figure N°03:** Impact des polluants atmosphériques sur les plantes (**Bouteraa M, 2014**).

**Chapitre N° II.**  
**La Pollution photochimique**

## 1-Définitions

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

En raison de nombreuses sources d'émissions de polluants anthropiques telles que le trafic automobile, les centrales électriques au charbon et au fuel, les raffineries et autres industries et d'une météorologie propice à cette pollution (fort ensoleillement et faible dispersion atmosphérique).

C'est le professeur de biochimie Haagen-Schmit de Caltech qui a identifié le premier les mécanismes menant à la formation de cette pollution dont le principal polluant avait été identifié comme étant l'ozone (O<sub>3</sub>).

Il démontra que cette pollution photochimique résulte de réactions chimiques dans l'atmosphère à partir de polluants primaires (précurseurs de cette pollution) qui sont les oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>) et les composés organiques volatils (COV) en présence de rayonnement solaire (d'où le terme « photochimique » car cette pollution est initiée par des réactions photochimiques, c'est-à-dire de photolyse de molécules par le rayonnement solaire. (**Christian Seigneur ; 2013**).

## 2-Facteurs intervenant dans le transport et la diffusion des polluants

### 2-1-Facteurs météorologiques:

Un épisode de pollution est observé lorsque :

- Les émissions de polluants sont importantes ;

Il existe quatre situations météorologiques favorisant les phénomènes de pollution

- Absence de vent ou vent faible ;
- Chaleur et lumière ;
- Absence de pluies ;
- Couche d'inversion basse. (**Masclet. P, 2005**).

Nous dénombrons trois facteurs prédominants : le vent, le gradient vertical de température et la turbulence. Nous allons voir successivement leurs influences.

### 2-1-A-Le vent

Il résulte du déplacement des masses d'air et dilue continuellement la pollution libérée au point d'émission. Une absence de vent contribuera donc à l'accumulation des polluants près des sources. Sa vitesse augmente généralement avec l'altitude. **(Martin.J/al, 1988)**

Il s'agit d'obstacles (relief, bâtiments...) qui modifient le régime des vents. La direction des vents sera déviée autour des obstacles. Le vent 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).**

### 2-1-B-Le gradient vertical de température

Les mouvements des masses d'air sont dus aux différences de densité entre elles. Le gradient de température conditionne ainsi le mouvement ascendant ou descendant d'une couche ou l'absence de celui-ci. La température de l'air diminue généralement avec l'altitude de 1°C tous les 100m. **(Martin.J& al, 1988).**

### 2-1-C-La turbulence

La turbulence est l'irrégularité du mouvement du vent. Elle est caractérisée par le croisement des trajectoires des masses d'air et par la superposition d'une fluctuation irrégulière, aléatoire et non reproductible de l'écoulement moyen du vent. Ce facteur est très difficile à traiter mathématiquement. **(Martin.J, /al, 1988)**

## 2-2-Émission, transport, dégradation et dépôt

Des polluants primaires sont émis, tels que SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CO etc....ou de la matière particulaire. Puis 03 phénomènes interviennent :

- La dynamique atmosphérique qui est un processus mécanique permettant le transport, le mélange, la dispersion et la dilution des polluants dans l'atmosphère.
- La dégradation chimique ou photochimique des polluants sous l'effet des radicaux de l'atmosphère ou de l'ozone. **(Masclet .P, 2005).**
- Les dépôts qui permettent d'éliminer les polluants de l'atmosphère.
- La distribution spatio-temporelle des concentrations atmosphériques des polluants.

### 3-Les transformations chimiques de la pollution photochimique

Au cours de la dispersion, les polluants peuvent se transformer par réactions chimiques complexes pour former les polluants secondaires tels que l'ozone ( $O_3$ ) et certains COV. Le dioxyde d'azote peut également être considéré comme essentiellement secondaire dans la mesure où les émissions directes des sources, bien que non négligeables, demeurent minoritaires.

La production d'ozone nécessite un fort rayonnement solaire et la présence de certains précurseurs, tels que les composés organiques volatils. Des réactions polluantes primaires et secondaires se produisent alors, la plus courante étant la réaction réversible entre l'ozone et les oxydes d'azote :  $NO + O_3 \leftrightarrow O_2 + NO_2$ . (Rahal Farid 2015)

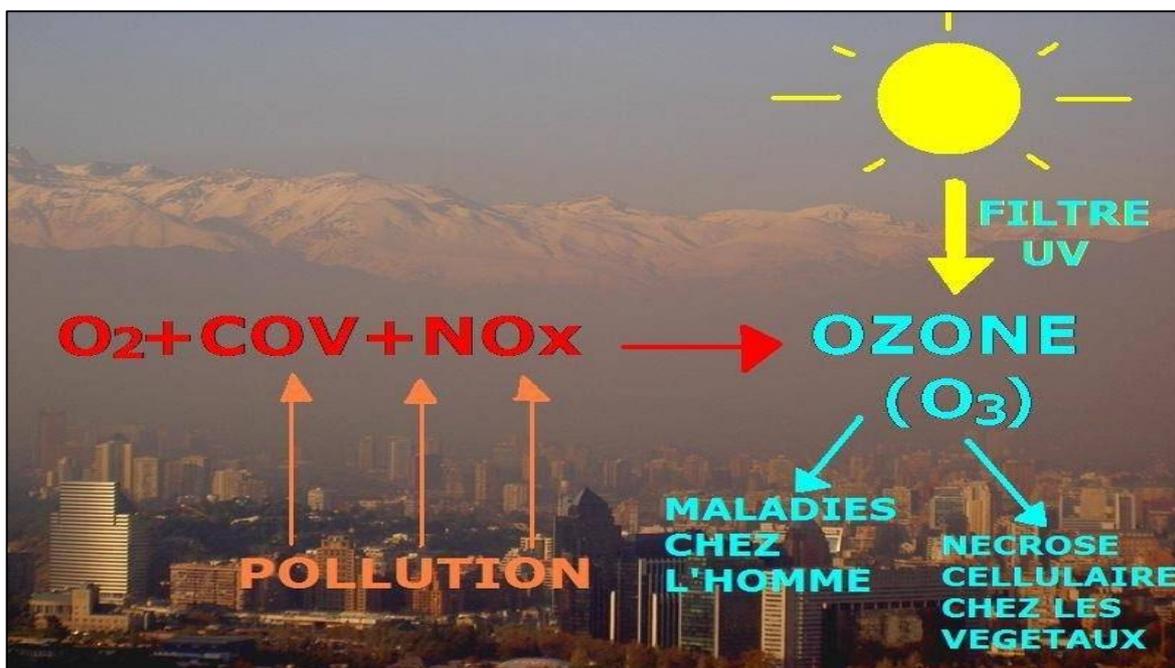


Figure N°04 : La problématique de la pollution atmosphérique (Appa 2002).

**Chapitre N° III.**  
**Importance du blé**

## 1-Historique de la culture de blé

Le blé est une céréale autogame appartenant au groupe des angiospermes monocotylédones, de la famille des Poaceae, tribu des Triticées et genre *Triticum*. Les espèces du genre *Triticum* sont des herbacées annuelles produisant un fruit sec indéhiscant, est le caryopse.

Le blé tendre (*Triticum aestivum*) et le blé dur (*Triticum durum*) sont les deux espèces les plus cultivées dans le monde et en Algérie. La domestication des blés a constitué un jalon essentiel dans l'Histoire des sociétés humaines, elle a marqué le début de l'ère Néolithique qui a conduit à l'adoption d'une économie de production fondée sur l'agriculture et l'élevage. (Shewry, 2009).

De nos jours, les principales espèces cultivées du genre *Triticum* sont *Triticum aestivum L.* (blé tendre) et *Triticum durum* (blé dur). Elles diffèrent principalement par l'aspect et la composition du grain, ainsi que par leur aire de répartition agro-écologique, le blé dur étant cultivé en zones méditerranéennes tandis que le blé tendre est cultivé en zones plus tempérées.

## 2-Production du blé

La culture du blé a été un élément fondateur des premières civilisations humaines (Inra, 2005). En plus de son intérêt comme une des principales céréales apportant l'énergie dans l'alimentation, le blé est aussi, la première source de protéines dans les pays en voie de développement.

## 3-Importance du blé

Le blé est la source de protéines la plus importante au monde et la deuxième source de calories après le riz. D'ici à 2050, une augmentation de 60 % de la production mondiale de blé sera nécessaire pour répondre à la demande d'une population croissante. (Louali Y, 2016)

## 4-Utilisation du blé

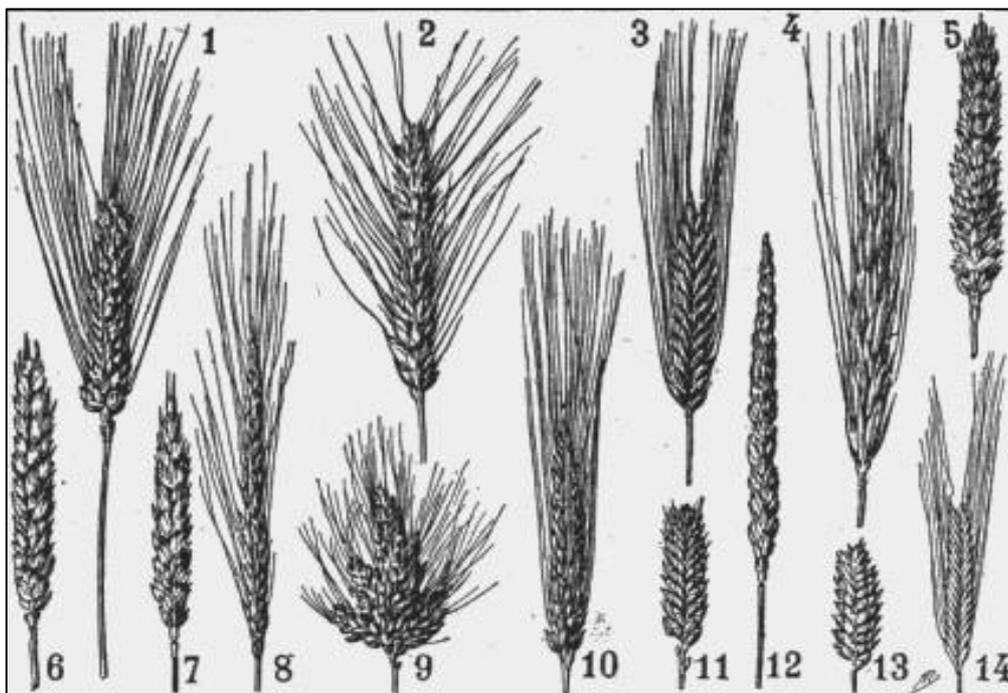
Le blé constitue l'épine dorsale du système alimentaire algérien. Il est la base du modèle de consommation alimentaire national, comme dans la plupart des pays méditerranéens. (Louali Y, 2016)

#### 4-A-Dans l'alimentation humaine

Le blé dur est destiné au pain traditionnel (galettes), à la biscuiterie, à la fabrication de semoule pour le couscous et les pâtes. Quant au blé tendre, il est utilisé principalement en meunerie pour obtenir la farine nécessaire à la production de pain commercial, de viennoiseries ou de pâtisseries. (Louali Y, 2016)

#### 4-B-Dans l'alimentation animale

Le blé, outre ses applications en alimentation humaine, est largement utilisé en alimentation animale où ses sous-produits sont également valorisés : les remoulages, non utilisés en alimentation humaine. (Canadas ; 2006)



**Figure N°05 : Diverses espèces de blé. Selon (Boutigny A-Le ; 2007)**

1) Blé Nonette de Lausanne 2) Blé d'automne rouge 3) Amidonni noir 4) Blé de Pologne 5) Blé Victoria d'automne 6) Blé Blanc de Flandre 7) Blé Richelle de Naples 8) Épeautre blanc barbu 9) Blé Miracle 10) Blé Poulard blanc lisse 11) Blé Carré de Sicile 12) Épeautre blanc sans barbe 13) Blé du Chili 14) Engrain 1

**Partie N° 2.**

**Etude expérimentale**

**Chapitre N° I.**  
**La zone d'étude**

## II-1-1-lieu de l'étude

La commune de Tiaret est le chef lieu de la wilaya située au sud-ouest d'Alger à 340 km, c'est une commune à caractère urbain car elle se compose d'une grosse agglomération chef lieu et d'une zone éparses. Elle dispose de deux agglomérations secondaires :

- L'agglomération de Karman. Située à l'Est de la ville sur l'embranchement de la RN 14 qui mène vers Alger.
- L'agglomération d'Ain Mesbah, Située au sud sur la RN 23.

L'agglomération chef lieu de Tiaret se confond avec la commune puisque la zone éparses représente 1/4 de la population globale de la commune. Elle a vu sa population quadruplée de 1966 à 1998 pour passer de 37990 à 167000 habitants répartis sur une superficie de 1227 km<sup>2</sup>. Ce qui nous donne une densité de 136.10 hab/km et avec un taux d'accroissement de 3.66 (période décennale 1977-1987) ce dernier a diminué. Il a atteint 4.11% en 1998 (Ons, 1998).



Figure N°06: Présentation de la ville de Tiaret (Urbatia, 2017).

## II-1-2-Les limites de la commune de Tiaret

- Au Nord les communes Oued Lili, Dahmouni et Guertoufa.
- A l'Est les communes d'Ain Bouchekif.
- A l'Ouest la commune de Tagdemt.
- Au Sud celle de Mellako.

### II-1-3-1-Consistance du réseau routier interne

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

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'organise pas selon une hiérarchie spatiale et fonctionnelle (Boulevard principal, boulevard secondaire, voirie primaire, secondaire ...etc).

- **La R.N-14:** relie Tiaret à la région Sud-Ouest de la Wilaya et aux Wilayates de Saida et Mascara. Elle relie aussi Tiaret à sa région Nord-Est et à Alger par Tissemsilt.
- **La R.N-23:** c'est un axe très important qui ouvre la commune sur le Nord-Ouest par Relizane et sur le Sud-Est par Aflou.
- **La R.N-90:** Un troisième axe très important reliant la commune au Nord par Oued Rhiou et au Sud par Ain Guessma.
- **CW-07:** c'est le plus important, car il relie Tiaret à Bouchékif.
- **CW-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 Oued Lili.

### II-1-3-2-Répartition spatiale de la population

L'étude de la distribution de la population est très importante, par les phénomènes qu'elle traduit, par les conséquences qu'elle implique, parce que la quantification des hommes et leur distribution apprennent beaucoup sur l'espace et sur la façon dont il est utilisé.

**Chapitre N° II.**  
**Matériels et méthodes**

## 1-Présentation de l'étude

Pour observer l'impact de la variabilité des conditions externe sur les végétaux ; on a analysé une fois par jour pendant une (10) dix jours la santé des feuilles de blé: (blé tendre (*Triticum aestivum*) variété AIN-ABID, et le blé dur (*Triticum durum*) Variété SEMITO), dont la présence éventuelle des lésions dues à l'ozone (petites taches jaune pâle), et l'échange gazeux exprimé par la conductance stomatique.

### 1-1-But expérimental

L'objectif est de valider la méthode biosurveillance végétale active dans le cadre de l'impact de la pollution photochimique sur les végétaux.

### 2-Matériel biologique

- Détermination des fréquences de l'occurrence des lésions sur les feuilles du blé (blé tendre (*Triticum aestivum*) variété AIN-ABID, et le blé dur (*Triticum durum*) Variété SEMITO) dues à l'ozone.
- Etablir une Relation (dose/effet, flux-effet) pour le blé (blé tendre (*Triticum aestivum*) variété AIN-ABID, et le blé dur (*Triticum durum*) Variété SEMITO) due à l'ozone.

**Tableau N°01** : Fiche descriptive (blé dur variété Sémito).

Variété	Sémito
Origine	Italie
Rendement	Elevé
Qualité semoulière	Très bonne
Teneur en protéines	15.80%
Poids de mille grains (PMG)	Elevé

**Tableau N°02** : Fiche descriptive (blé tendre variété Ain-Abid).

Variété	Ain-Abid
Origine	Espagne
Rendement	Elevé
Qualité semoulière	Très bonne
Teneur en protéines	13.80%
Poids de mille grains (PMG)	Elevé

**Tableau N°03 :** Taux de réussite de germination pour les deux variétés du blé (blé tendre (*Triticum aestivum*) variété AIN-ABID, et le blé dur (*Triticum durum*) Variété SEMITO).

Matériel biologique	N° Cylindre	N° assuré des cylindres germés	Taux de réussite des cylindres
Blé dur (variété Sémito)	15	05	33.33%
Blé tendre (variété Ain-Abid)	15	08	53.33%

**Tableau N°04 :** Codage des échantillons pour les deux variétés de blé (blé tendre (*Triticum aestivum*) variété AIN-ABID ,et le blé dur (*Triticum durum*) Variété SEMITO).

Code / Echantillon	N°	Nom du Cylindre
<b>BD1</b>	01	Cylindre blé dur
<b>BD2</b>	02	Cylindre blé dur
<b>BD3</b>	03	Cylindre blé dur
<b>BD4</b>	04	Cylindre blé dur
<b>BD5</b>	05	Cylindre blé dur
<b>BT1</b>	06	Cylindre blé tendre
<b>BT2</b>	07	Cylindre blé tendre
<b>BT3</b>	08	Cylindre blé tendre
<b>BT4</b>	09	Cylindre blé tendre
<b>BT5</b>	10	Cylindre blé tendre
<b>BT6</b>	11	Cylindre blé tendre
<b>BT7</b>	12	Cylindre blé tendre
<b>BT8</b>	13	Cylindre blé tendre

### 3-Localisation de l'essai

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

#### 4-Conditions de culture

Les graines sont désinfectées à l'eau de javel (5%) puis rincées avec de l'eau distillée, les semences sont ensuite placées dans des boîtes de pétri munies de papier filtre saturé d'eau distillée et placées à l'étuve réglée à une température de 27C°, la date de la pré-germination est le : 08/04/2018.

Les graines prégermées sont plantées dans des cylindres en polyéthylène de 50 cm de longueur et 11cm de diamètre remplis d'un terreau et grains ont été irrigués quotidiennement et vérifiés de façon journalière.

Cet essai a été installé le 11/04/2018, et des températures nocturne de 20C° et diurne de 10C° et une humidité relative d'environ 45%. Les mesures ont été réalisées après la formation de premières feuilles.



**Figure N°07 :** Germination de blé (blé tendre (*Triticum aestivum*) Variété AIN-ABID, et le blé dur (*Triticum durum*) Variété SEMITO) dans l'incubateur à 27 C°.



**Figure N° 08:** Implantation du blé (blé tendre et le blé dur) ; dans une Chambre de culture à ciel ouvert.

## 5-Les paramètres mesurés

### 5-1-La conductance stomatique

La conductance stomatique a été mesurée à l'aide d'un promette (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'éclairage solaire. Le calcul de la conductance stomatique à l'ozone, ( $g_s$ ), Consiste à appliquer un facteur de diffusion au calcul de la conductance stomatique à la vapeur d'eau,

### 5-2-Mesure d'ozone, Température et humidité

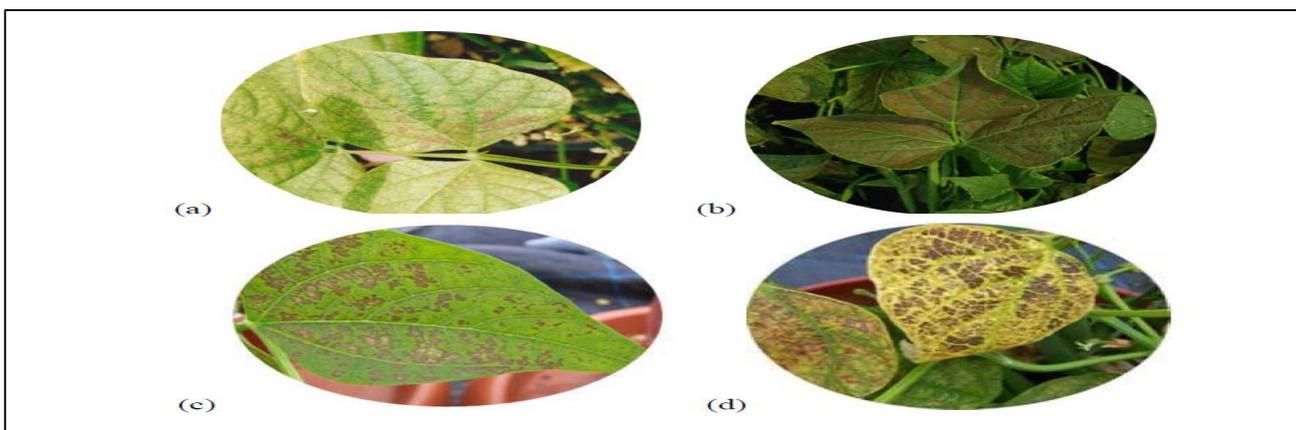
Les mesures journalière de l'ozone troposphérique a été réalisé avec, un capteur de type Cairsens, est un dispositif de mesure de la qualité de l'air ; L'appareil est conçu pour détecter l'ozone et pour estimer les niveaux d'ozone pour une Gamme de : (0-240 PPb ; 0-250PPb).

### 5-3-Détermination des pourcentages de nécrose

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 (%) selon (Castell JF ,2000).

### 5-4-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 (150°C) pour avoir le poids de la matière sèche. Le rapport MF/MS a ensuite été calculé.

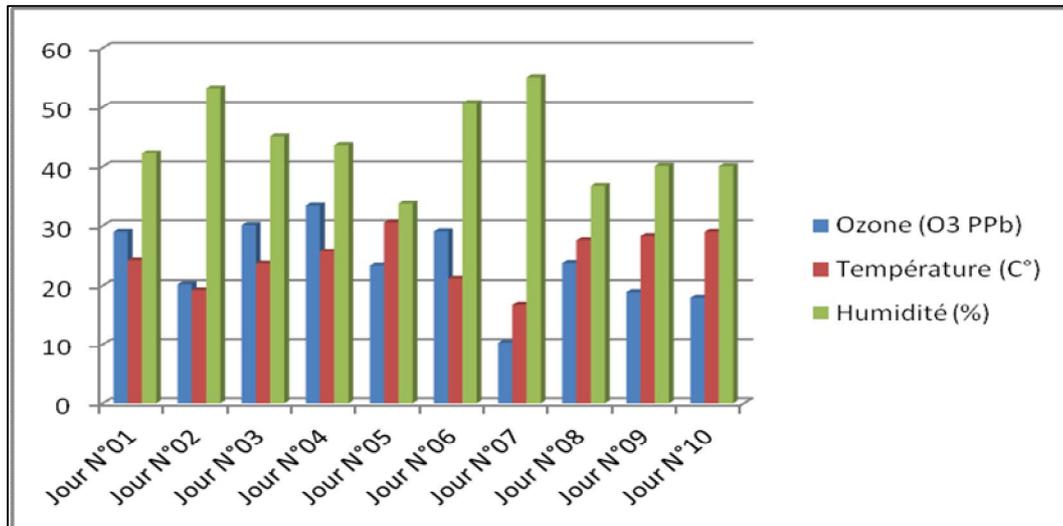


**Figure N°09** : Blessures due à l'Ozone sur un trifoliolé de *Phaseolus vulgaris* (a) a reçu comme 5-25% de la feuille blessés, (b) et (c) la feuille gravement endommagé (> 25% des blessures) et(d) la feuille sénescence (Castell JF ,2000).

# **Chapitre N°III**

## **Résultats et discussions**

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



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

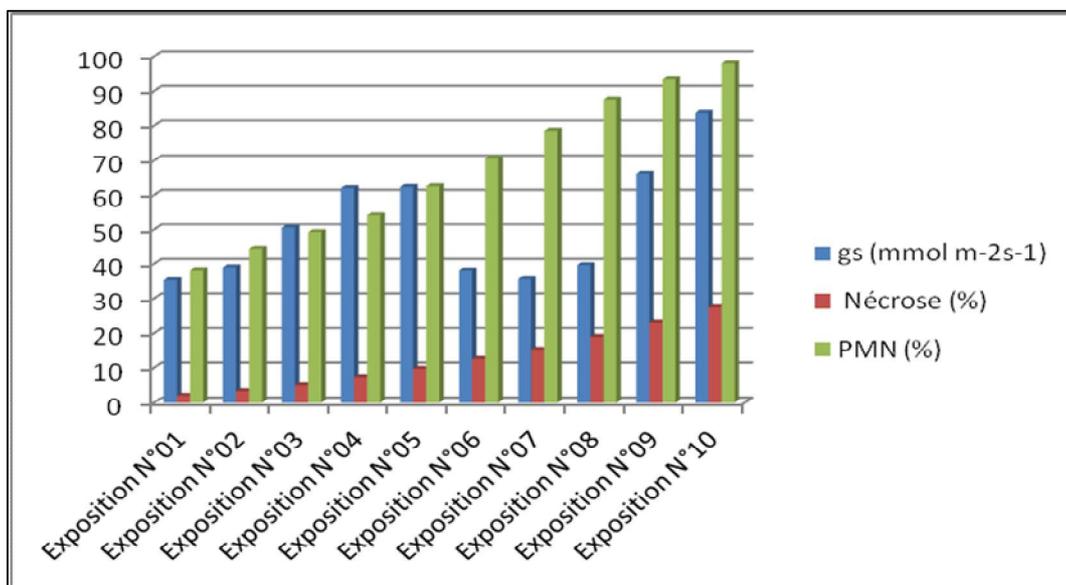
La figure N°10 : nous permet de faire une comparaison de la variation journalière pour les paramètres suivants : (O<sub>3</sub> ; Température ; Humidité). On observe des valeurs extrêmes pour l'ozone pour les jours avec l'élévation graduelle de température c'est-à-dire ; Les jours où les températures et l'humidité sont élevées provoquent une élévation du taux de l'ozone.

**Tableau N°05 :** Statistiques descriptives pour les mesures de ; l'ozone, Température et l'humidité.

	N°	Moyenne	Minimum	Maximum	Ecart-type
<b>Ozone (O<sub>3</sub> PPb)</b>	10	23,58	10,29	33,32	6,97
<b>Température (C°)</b>	10	24,59	16,66	30,54	4,51
<b>Humidité (%)</b>	10	44,06	33,63	54,99	7,02

- On observe des variations pour le taux de l'ozone dont la valeur moyenne de dix (10) jours est de (23.58±6.97PPb) avec un maximum de (33.32 PPb) et un minimum de (10.29ppb).
- Une moyenne de température de (24.59±4.51C°), d'un maximum et de minimum de (30.54 C°) ; (16.66 C°) respectivement.
- Les valeurs d'humidité prennent une moyenne de (44.06±7.02 %) ; avec un maximum de (54.99 %), et des pourcentages minimale de (33.63%).

## 2- Analyse de la variabilité des réponses du Blé (blé tendre (*Triticum aestivum*) variété AIN-ABID, et le blé dur (*Triticum durum*) Variété SEMITO), pendant dix (10) jours d'exposition.



**Figure N°11:** Comparaison des réponses éco-physiologiques du blé (blé tendre (*Triticum aestivum*) variété AIN-ABID, et le blé dur (*Triticum durum*) Variété SEMITO)), pendant 10 jours d'exposition.

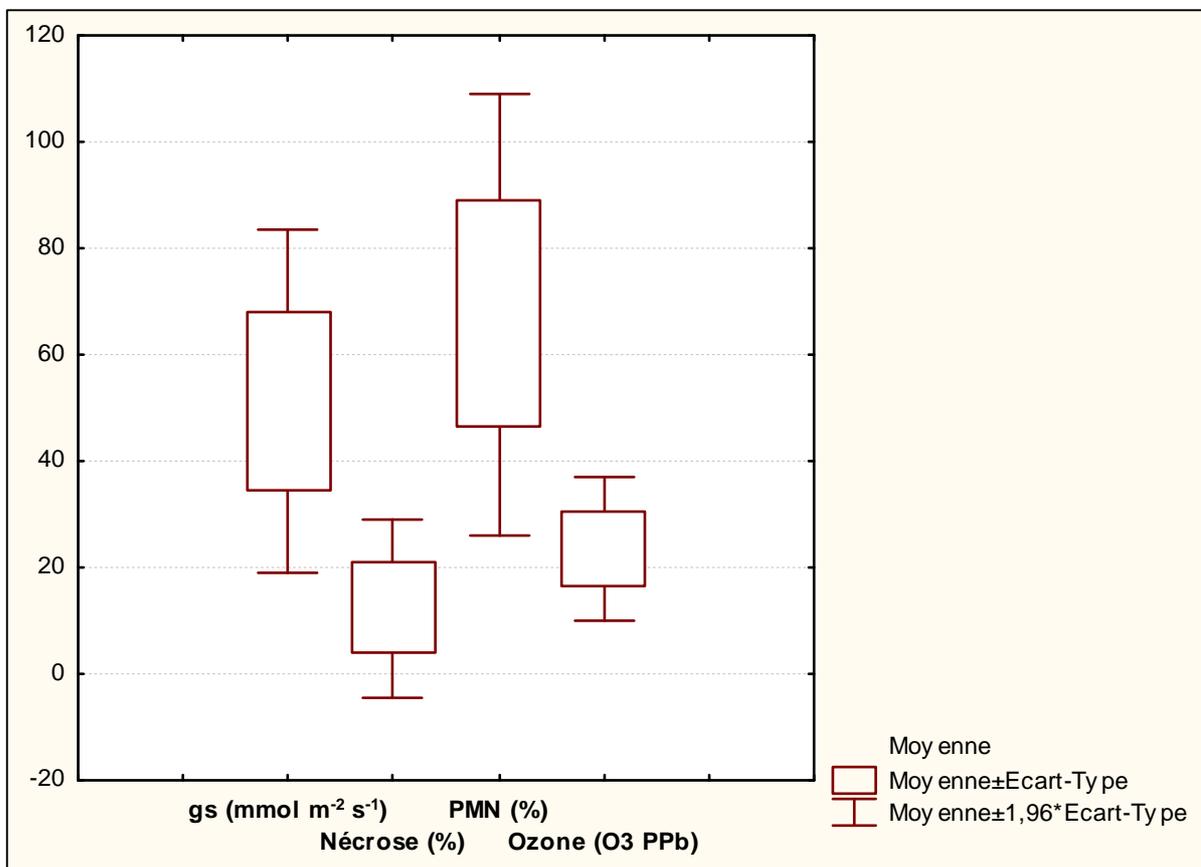
La figure N°11 : montre une variation des réponses du blé (blé tendre (*Triticum aestivum*) variété AIN-ABID, et le blé dur (*Triticum durum*) Variété SEMITO) dont les paramètres mesurés sont (la conductance stomatique, le taux de nécrose et le pourcentage moyenne des nécroses).

On observe des réponses éco-physiologiques maximales ; de la conductance stomatique pour les jours suivants (Jours : N°04, 05, 09,10), cette élévation est nettement liées avec un niveau de concentration en ozone important ; ce qui favorise un déséquilibre fonctionnel de la plante en matière d'échange, ces réponses prend les résultats suivantes :

- Les valeurs de la conductance stomatique pour dix (10) jours ( $51.25 \pm 16.55 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) comme moyenne et d'un maximum de ( $83.64 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) et un minimum de ( $35.39 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ).
- Les valeurs de taux de nécrose des dix jours ( $12.47 \pm 8.56 \%$ ) de moyenne, le maximum et le minimum est de ( $27.33\%$  ;  $2.07 \%$ ) respectivement.
- Les valeurs de% PMN prend une moyenne de ( $67.64 \pm 21.21 \%$ ) ; avec un maximum de  $97.83\%$ , et des faibles pourcentages de  $38.11\%$ .

### 3-Interaction entre les variations dues à l'ozone, couplée avec les réponses de blé.

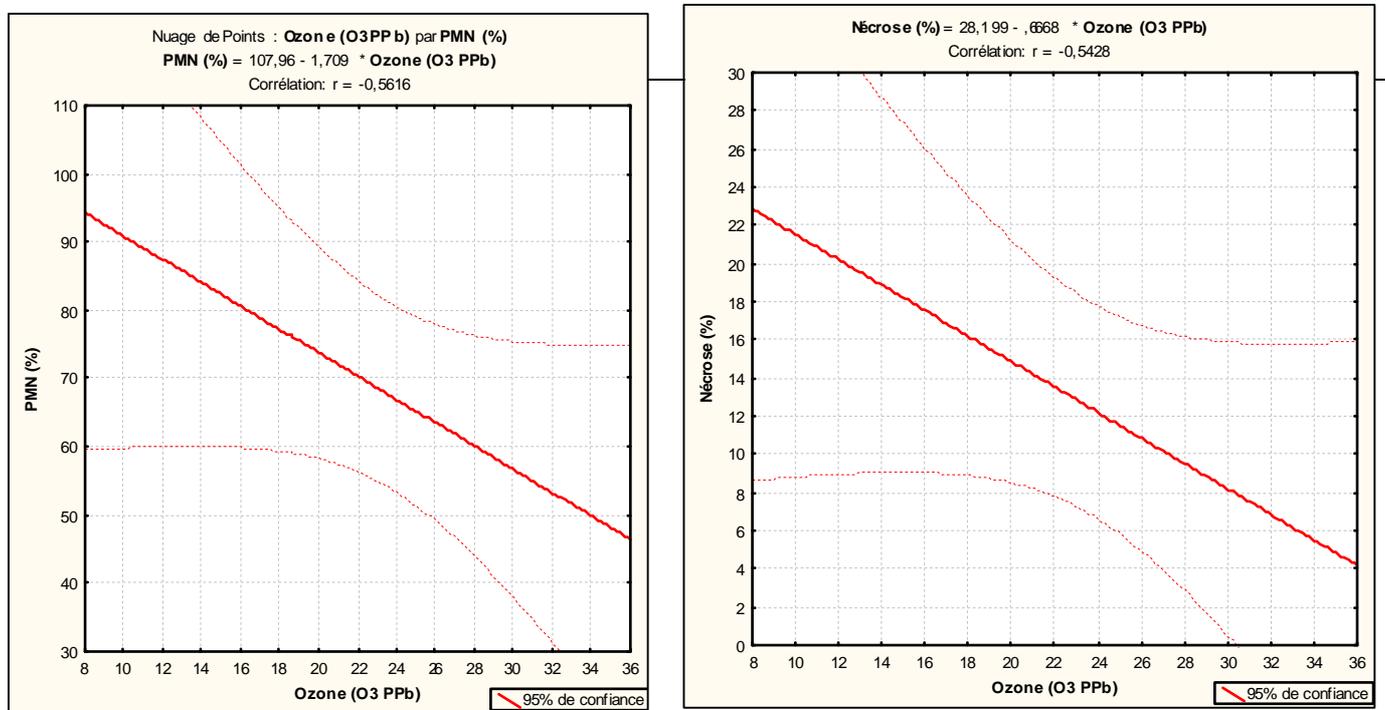
La figure N°12 montre la relation qui peuvent être résider entre la variation de l'ozone en fonction de quelques facteurs physiologique de la plante, les tests effectués sont résumés comme suit :



**Figure N°12:** variabilité entre les paramètres de variation mixte (Ozone en fonction de la conductance stomatique, taux de nécrose et le pourcentage moyen des nécroses).

**Tableau N°06 :** Corrélations pour les mesures de ; la conductance stomatique (gs), taux de nécrose et le pourcentage moyen des nécroses en fonction du taux de l'ozone. Corrélations significatives marquées à  $p < ,05000$ .

	gs (mmol m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> )	Nécrose (%)	PMN (%)
Ozone (O <sub>3</sub> PPb)	-0,06	-0,54	-0,56



**Figure N°13 :** Interaction de l’ozone en fonction du taux de nécrose et le pourcentage moyenne des nécroses.

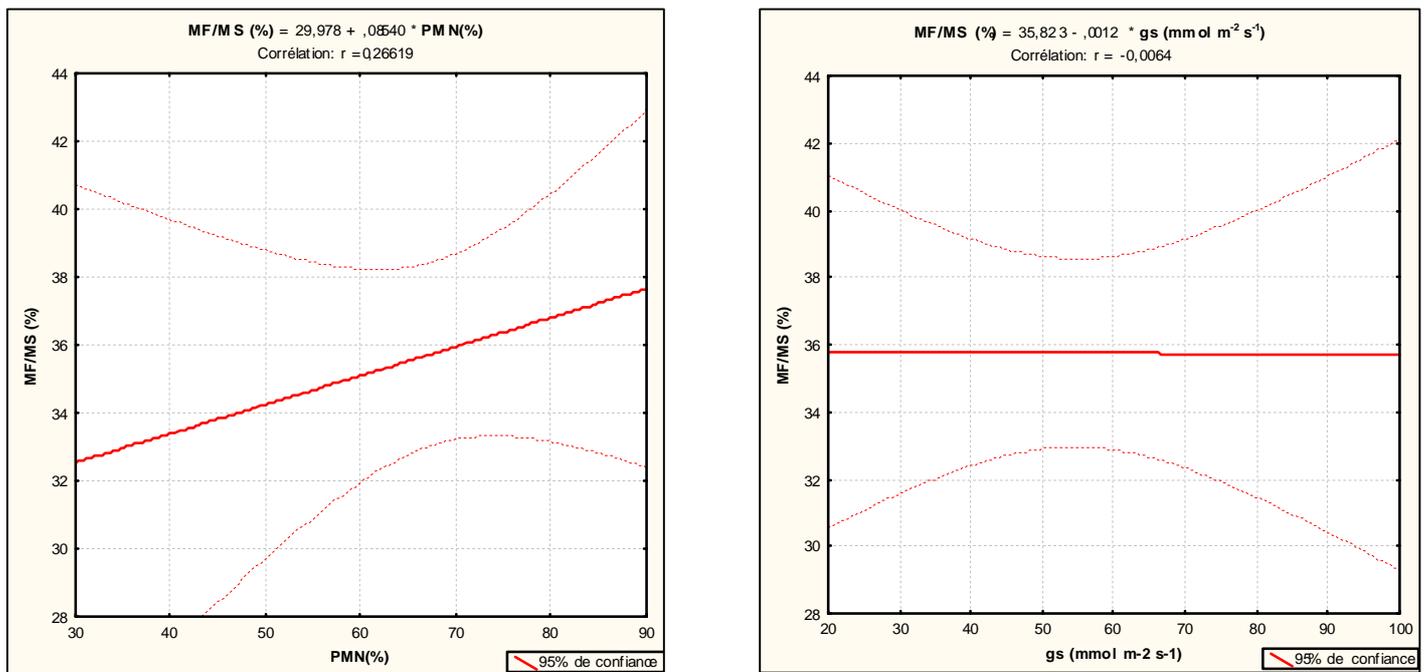
L’examen du tableau N°06 et la figure N°13: montrent une relation de type corrélation négative pour le cas du taux de nécrose en fonction de l’ozone avec un taux de corrélation estimé à ( $r = -0.54$ ), tandis que pour la relation entre l’ozone et les % PMN, même de type négative dont le taux de ( $r = -0.56$ ) ; d’après cet examen nous pouvons dire que l’ozone et une fonction de variation du taux de nécrose ainsi pour le pourcentage moyenne des nécroses.

**4-Analyse des réponses intrinsèque de la plante liées à la conductance stomatique et le pourcentage moyenne des nécroses, par le biais utilisation d’un rapport de % de la matière fraîche/ sèche.**

L’objectif de cette partie vise à déterminer la teneur en eau qui peuvent être transpire, évalué à partir la conductance stomatique de la plante étudié illustré dans le tableau N°07 : et la figure N°14.

**Tableau N°07:** Corrélations pour les mesures de ; la conductance stomatique (gs), et le pourcentage moyenne des nécroses en fonction du rapport Matière fraîche/ Matière sèche Corrélations significatives marquées à  $p < ,05000$  N=13.

	(%)PMN	gs ( $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ )
MF/MS (%)	0,27	-0,01



**Figure N°14 :** Analyse de corrélation pour la conductance stomatique et des pourcentages moyenne des nécroses, par rapport au % de la matière fraîche/ sèche.

L'examen de la figure N°14 montre qu'il ya une corrélation nettement marquer pour le pourcentage moyenne des nécroses en relation direct avec le rapport matière fraîche/matière sèche marqué par un taux de corrélation à : $(r=0.26)$ . Tandis que pour la conductance stomatique qui présente un taux de corrélation très faible et ceci peut être par le pouvoir densité de la pollution par l'ozone.

D'après l'examen du tableau N°08 : on observe des variations pour MF/MS dont la valeur moyenne est de  $(35.75 \pm 4.39\%)$  avec un maximum de  $(42.42\%)$  et un minimum de  $(29.57\%)$ . La conductance stomatique prend une moyenne de  $(54.58.76 \pm 22.72 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1})$ ;

On peut marquer une relation de type corrélation positive entre le rapport MF/MS et le pourcentage moyenne des nécroses, qui confirme que la teneur en eau pour les plantes est conditionnées principalement par l'état sanitaire du système foliaires.

**Tableau N°08 :** Statistiques descriptives pour les mesures de ; la conductance stomatique (gs), taux de nécrose et le pourcentage moyenne des nécroses.

	N°	Moyenne	Minimum	Maximum	Ecart-type
PMN(%)	13	67,65	40,00	87,89	13,69
gs (mmol m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> )	13	54,58	24,94	95,74	22,72
MF/MS (%)	13	35,75	29,57	42,42	4,39

**Partie N° 1.**

**Etude bibliographique**

# **Chapitre N° I.**

## **La bio-surveillance végétale**

**Chapitre N° II.**  
**La Pollution photochimique**

**Chapitre N° III.**  
**Importance du blé**

**Partie N° 2.**

**Etude expérimentale**

**Chapitre N° I.**  
**La zone d'étude**

**Chapitre N° II.**  
**Matériels et méthodes**

# **Chapitre N°III**

## **Résultats et discussions**

# **Introduction**

# **Conclusion**

# **Références bibliographiques**

# **Annexes**

## Conclusion générale

Ce travail avait pour objectifs principale l'impact de l'ozone troposphérique sur le blé « Blé dur (*Triticum durum*), et le Blé tendre (*Triticum aestivum*) » pour une durée d'exposition de 10 jours, les résultats obtenus affirme que :

Le blé dur et le blé tendre sont très sensible à l'ozone ; cette sensibilité se manifeste par l'apparition de tache nécrotique ; ces nécroses attaque les surfaces foliaires avec le temps ce qui agit sur le dessèchement des feuilles donc sur la santé du végétale.

Les différents mesures de pourcentages ; Ozone, nécrose, MF/MS et la conductance stomatique, ont été observés sur 13 plans végétatifs implantés dans une chambre de culture à ciel ouverte, l'analyse de la variabilité a permet de définir ;

- **Le taux de l'ozone :** La valeur moyenne de dix (10) jours est de  $(23.58 \pm 6.97 \text{ PPb})$  avec un maximum de  $(33.32 \text{ PPb})$  et un minimum de  $(10.29 \text{ ppb})$ .
- **La conductance stomatique :** Une moyenne à  $(54.58.76 \pm 22.72 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1})$ ; avec un maximum de  $(95.74 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1})$  et minimum de  $(24.9 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1})$ .
- **Le pourcentage des taux de nécrose :** La valeur moyenne égale à  $(67.65 \pm 13,69\%)$  et d'un maximum  $(87.89)$  et minimum  $(40.00)$
- **Les pourcentages du rapport MF/MS :** Les valeurs sont approximative avec une moyenne à  $(35.75 \pm 4.39\%)$  et d'un maximum de  $(42.42\%)$  et minimum de  $(29.57\%)$ .

D'après ce travail nous remarquons que l'ozone aussi agit directement sur l'ouverture et la fermeture des stomates en réduisent la conductance stomatique, ce qui nous mène à conclure que l'ozone à un effet néfaste sur le plan écophysologique.

Cette étude confirme la nécessité de maitriser la pollution photochimique ; polluante issue des sources anthropiques par l'orientation, des travaux de recherches sur l'impact de cette dernière sur les cultures de grande importance agronomique.

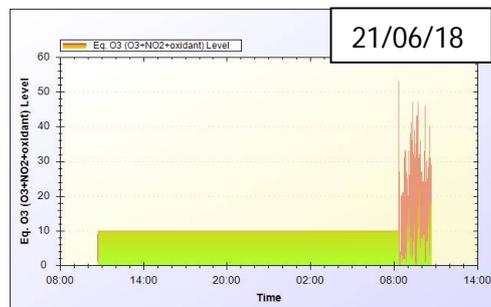
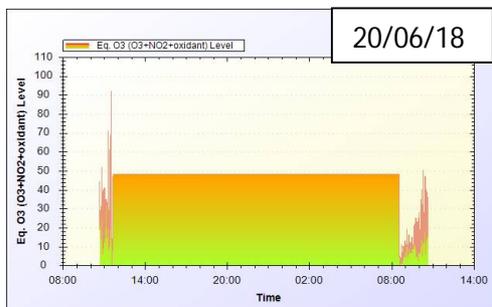
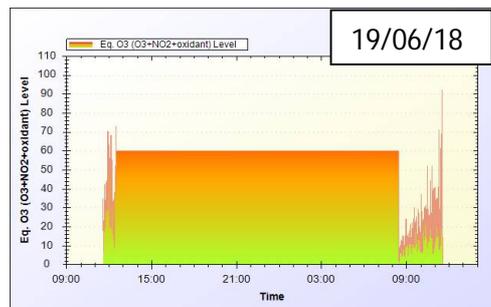
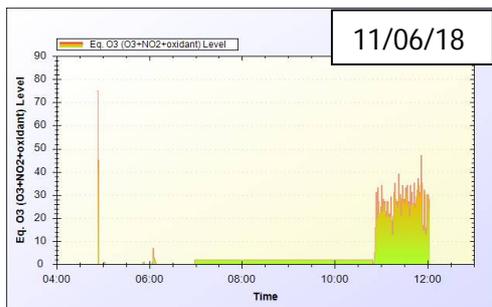
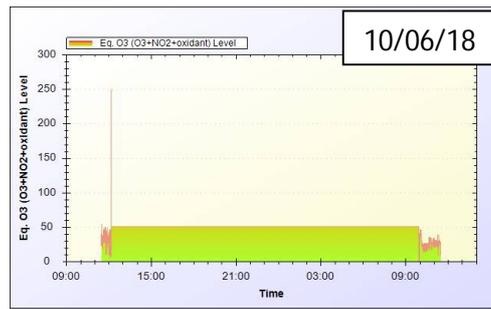
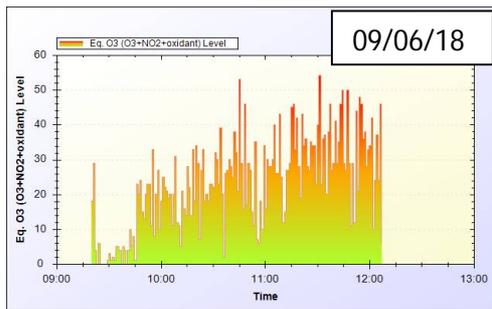
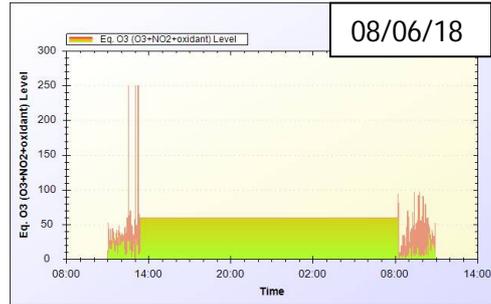
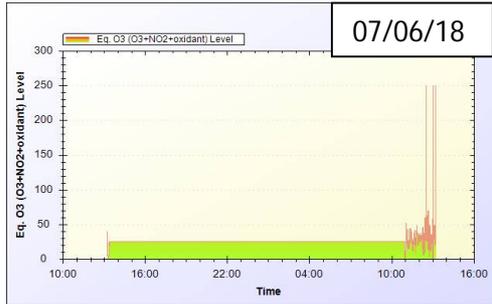
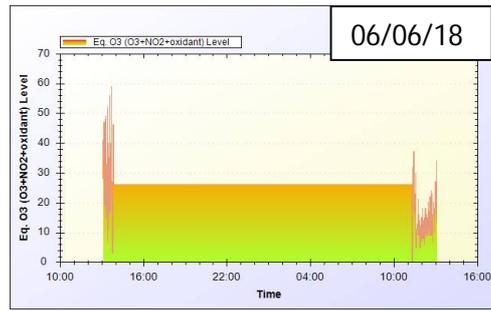
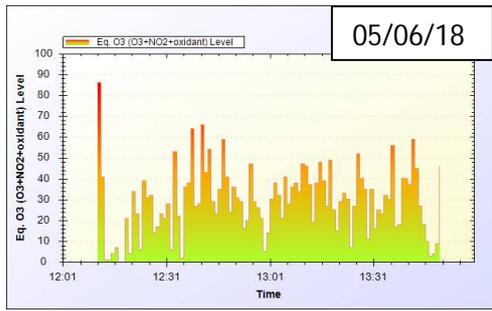
# **Références bibliographiques**

## Références bibliographiques

1. **Ahlvik P, (1997).**Programme to calculate Emissions from road transport- Methodology and Emissions.
2. **Bouteraa Mahdia, (2013).** Université Constantine 1. Utilisation des végétaux pour l'évaluation de la pollution atmosphérique le long de l'autoroute Est-Ouest dans la région de Constantine.
3. **Canadas D, (2006).** Evaluation du procédé Oxygreen® pour son potentiel dedécontamination en ochratoxine A du blé. Les effets toxiques liés à une exposition subchroniqueà l'ochratoxine A sont-ils atténués? Thèse de Doctorat. Toulouse, France, 215p.
4. **Christian Seigneur. (2013)** .Cerea .Laboratoire commun École des Ponts ParisTech / EDF R&D. La pollution photochimique : les polluants gazeux
5. **Dgac, (2003).** Direction générale d'Aviation Civile (France). Pollution atmosphérique et aviation, 2003. Rapport réseau environnement.
6. **Garrec J P, (2007).** L'expertise technique et scientifique de référence. Laboratoire Pollution atmosphérique INRA – Centre de recherche de Nancy.
7. **Goujon / Arehn ,(2004)** « Connaître pour agir » est une publication de l'Agence régionale de l'environnement de Haute Normandie, Cloître des Pénitents, 8, allée Daniel Lavallée, 76000 Rouen.AREHN, 2004. Reproduction, même partielle, interdite sans autorisation de l'éditeur.
8. **Inra - Cnrs – Université Evry – Genoscope-CNS – Génoplande – Genopole., (2005).** Blé tendre ou blé dur : une histoire de chromosomes. COMMUNIQUE DE PRESSE.
9. **Kara karima, (2014).** interaction génotype-milieu de variétés de blé tendre (*Triticum aestivum L.*) sous stress hydrique.8p

10. **Louali Yamouna, (2016).** Production de génotypes mutants chez le blé dur (*Triticum durum*) : une source de variabilité génétique pour la tolérance à la sécheresse. 5p
11. **Martin J. / Lucien Y, (1988.)** Santé et pollution de l'air, Presse polytechnique romandes, 127-145pp.
12. **Masclat P, (2005).** Pollution atmosphérique, causes, conséquences, solutions et perspectives. Pierre MASCLET. Edition : ellipses. 213p.
13. **ONS, 1998.** Office national des statistiques, 2008. documents de synthèses.
14. **Rahal Farid ,(2015).** Modélisation et simulation de la pollution atmosphérique. thèse de doctorat en sciences .29p.
15. **Stenbock-Farmer K , (1978).** Mise au point de techniques de lavage de feuilles en vue d'estimer les dépôts de particules. Bull. E.R.A., Bruxelles, 3, 63-75.
16. **Shewry P. (2009).** Wheat. Journal of experimental botany, 60(6):1537.
17. **Wegener J-W-M/ Van Schaik M-J-M / Aiking H.(1992).** Active biomonitoring of polycyclic aromatic hydrocarbons by means of mosses. Environmental Pollution 76 (1), 15-18p.

# **Annexes**



## Résumé

Pour observer l'impact de la variabilité des conditions externe sur les végétaux ; on a analysé une fois par jour pendant une (10) dix jours la santé des feuilles de blé: (blé tendre (*Triticum aestivum*) variété AIN-ABID, et le blé dur (*Triticum durum*) Variété SEMITO), dont la présence éventuelle des lésions dues à l'ozone (petites taches jaune pâle), et l'échange gazeux exprimé par la conductance stomatique.

L'objectif est de valider la méthode biosurveillance végétale active dans le cadre de l'impact de la pollution photochimique sur les végétaux.

Les résultats obtenus sont les suivants :

- **Le taux de l'ozone :** La valeur moyenne de dix (10) jours est de  $(23.58 \pm 6.97 \text{ PPb})$  avec un maximum de  $(33.32 \text{ PPb})$  et un minimum de  $(10.29 \text{ ppb})$ .
- **La conductance stomatique :** Une moyenne à  $(54.58.76 \pm 22.72 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1})$ ; avec un maximum de  $(95.74 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1})$  et minimum de  $(24.9 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1})$ .
- **Le pourcentage des taux de nécrose :** La valeur moyenne égale à  $(67.65 \pm 13,69\%)$  et d'un maximum  $(87.89)$  et minimum  $(40.00\%)$
- **Les pourcentages du rapport MF/MS :** Les valeurs sont approximative avec une moyenne à  $(35.75 \pm 4.39\%)$  et d'un maximum de  $(42.42\%)$  et minimum de  $(29.57\%)$ .

### Mots clés :

Blé, Ozone ( $\text{O}_3$ ), conductance stomatique, taux nécrose, PMN, MF/MS.

### ملخص:

قصد معرفة تأثير المتغيرات الخارجية على النبات قمنا بملاحظة صحة النبتة بمعدل مرة واحدة خلال 10 ايام لنبات القمح اللين (*Triticum aestivum*) والقمح الصلب (*Triticum durum*) حيث تم ملاحظة التقرحات (بقع صفراء شاحبة) ونسبة تبادل الغازات عبر الثغور.

الهدف الرئيسي من هذه العملية هو اثبات فعالية المراقبة الحيوية للنبات في اطار التلوث الضوئي الكميائي على النباتات. حيث اظهرت النتائج التجريبية مايلي:

#### 1. بنسبة لمعدل الأوزون:

- معدل  $(23.58 \pm 6.97 \text{ PPb})$  بمحد أقصى  $(33.32 \text{ PPb})$  وحد أدنى  $(10.29 \text{ ppb})$

#### 2. بالنسبة لناقلية الثغور:

- معدل  $(54.58.76 \pm 22.72 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1})$  وبمحد أقصى  $(95.74 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1})$  وبمحد أدنى  $(24.9 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1})$

#### 3. بالنسبة لمعدل النخر:

- معدل  $(67.65 \pm 13,69\%)$  وبمحد أقصى  $(87.89)$  وبمحد أدنى  $(40.00\%)$

#### 4. بالنسبة لنسب العامل MF/MS:

- معدل  $(35.75 \pm 4.39\%)$  وبمحد أقصى  $(42.42\%)$  وبمحد أدنى  $(29.57\%)$

الكلمات الرئيسية: القمح، الأوزون، ناقلية الثغور، نسبة معدل النخر، نسبة الخلايا الميتة، المادة الجافة، المادة الرطبة.