

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Ibn Khaldoun de Tiaret

Faculté : Sciences de la Nature et de la Vie...

Département : Science de la Nature et de la Vie...



Mémoire de la fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de master académique

Domaine : SNV (D04)

Filière : Ecologie et Environnement

Spécialité : Agro écologie

Présenté par :

- SENOUCI SAMIA

- BOUDJATTOU NOURIA

Thème

**« Impact de l'ozone troposphérique sur le rendement végétatif :
Réponse de blessure et rendement d'une culture de blé »**

Soutenu publiquement le ...04/07/2019.....

Jury :

Grade

*Président : M. Boubekour . M.A

MAA Université Ibn Khaldoun_ Tiaret

* Encadreur : M. Bourbatache . M

MAA Université Ibn Khaldoun_ Tiaret

*Co encadreur : Mme. chelef . M

Doctorante Université Ibn Khaldoun_ Tiaret

* Examineur 1 : M. Sarmoum . M

MCA Université Ibn Khaldoun_ Tiaret

* Examineur 2 :

*Invité :

Année universitaire 2018-2019

Remerciement

Tout d'abord je tiens à remercier ALLAH le clément et miséricordieux de nos avoir donné Le courage, la patience et la santé de mener à bien ce modeste travail.

*Nous remercions très vivement notre promoteur Monsieur **BOURBATACHE Mansour** pour son encouragement et écoute à notre égard et son entière disponibilité.*

*Nos remerciements vont aussi : A Monsieur Examineur **Sarmoum.M**, le Président monsieur **Boubekeur M .A** et Co-encadreur Mme **Chelef.M**.*

*A tous mes professeurs du département des sciences naturelles de la vie de l'université **IBN KHALDOUN** de Tiaret Algérie.*

Dédicace

Je dédie ce mémoire

A mon chère père

A mon chère mère

Qui n'ont jamais cessé ,des formuler des prières à mon égard de me soutenir et de m'épauler pour que je puisse atteindre mes objectifs

A mes frères :Yaccine et Khalfallah

A mes sœurs :Kheira ,Houria, Yamina, Zahra,Imane, Nadia .

A bébé de ma famille : Youcef

A tout ma famille

A mon binome :Samia

A mes proches ,A amis :Nour El houda , Kheira , Malika

Je remercie le professeur BOUREBATACHE .M

Qui m'a encadré tout au long de ce travail en me faisant bénéficier de ses connaissances scientifiques

Et à ma promo 2eme année AGROECOLOGIE 2018 /2019

Boudjettou nouria

Dédicaces

Mes chers et bons parents, A toi mon cher père : Ahmed

*A la prunelle de mes yeux, celle qui m'a poussé
matériellement et surtout moralement,*

A la femme qui est toujours fière de moi.

A toi ma chère mère:

Mériem

A mes frères : youcef et saad

*Et a ma très chère sœur HOURIA qui m'a donnée tos
conseils et encouragement qu'elle n'a cessé de me prodiguer
durant mes études.*

*A mes amies : BAKHTIA, FATIMA, NOURIA, MALIKA,
KHEIRA.*

A toute la promotion Master 2 Agro écologie 2018/2019.

*Et tous les enseignants départements des sciences naturelles
de la vie.*

Je dédie ce modeste travail.

SENOUCI SAMIA

LISTE DES ABREVIATIONS

BT : Blé tender ;

BD : Blé dur ;

CO₂ : Dioxyde de carbone ;

COV : Composés organique volatiles ;

CO : d'Oxyde carbone ;

CH₄ : Méthane ;

E.N.F : entreprise nationale de fonderie ;

GS : Conductance stomatique ;

M².S.MOL-1 : Mètre par surface mol-1 ;

NO_x : Oxyde d'azote ;

O₃ : Ozone troposphérique ;

PPb : Partie par billion ;

PFN : pourcentage des feuilles nécrosé ;

PF : Poids frais ;

PS : poids sec ;

PMG : Poids de mille grains ;

SO₂ : dioxyde de soufre ;

Figure N°01 : Problématique de la pollution de l’air selon (Citepa, 2001).....	03
Figure N°02 : Evolution des concentrations européennes en ozone (ppb) mesurées entre 1870 et 2000. (Marenco, 1994).....	10
Figure N°03 : Concentrations annuelles passées, actuelles et prédites en ozone troposphérique (Vingarzan, 2004).....	10
Figure N°04 : Effets de l’ozone sur un ensemble de processus physiologiques et son impact sur la végétation. Réduction de biomasse, rendement selon (Dghim, 2012).....	13
Figure N°05 : Représentation schématique de la pénétration de l’ozone dans la chambre stomatique et des voies d’actions potentielles sur les cellules foliaires. (Source : Appa 2002).....	14
Figure N°06 : Carte d’Algérie avec la situation de la wilaya de Tiaret (Boulkaboul ; 2005).....	15
Figure N°07 : Variation des précipitations annuelles Pour la période de (2008 à 2018). (Tutiempo, 2019).....	16
Figure N°08 : Variation des températures moyennes pour la période de (2008 à 2018) (Tutiempo,2019).....	16
Figure N°09 : Etat du réseau routier pour la commune de Tiaret (DRAG 2017).....	17
Figure N°10 : Germination de blé (Blé dur (<i>Triticum durum</i>) variété Semito, et le blé tendre (<i>Triticum aestivum</i>) variété Ain-Abid).....	21
Figure N°11 : Implantation du blé dur (<i>Triticum durum</i>) variété Semito, et le blé tendre (<i>Triticum aestivum</i>) variété Ain-Abid; dans une serre de culture.....	21
Figure N°12 : Comparaison des dégâts foliaires entre le blé dur et le blé tendre pendant 03 jours de test d’exposition.....	23
Figure N°13 : Comparaison des nombre des feuilles totales entre le blé dur et le blé tendre pendant 03 jours de test d’exposition.....	24
Figure N°14 : Comparaison des pourcentages des feuilles nécrosées entre le blé dur et le blé tendre pendant (03) jours de test d’exposition.....	25
Figure N°15 : Comparaison de la conductance stomatique entre le blé dur et le blé tendre pendant 03 jours d’exposition.....	26
Figure N°16 : Corrélation entre le pourcentage du poids frais et le poids sec avec le flux ($gs*[O_3]$) pour le blé dur (<i>Triticum durum</i>).....	27
Figure N°17 : Corrélation entre le pourcentage du poids frais et poids sec et le flux ($gs*[O_3]$) et le Blé tendre (<i>Triticum aestivum</i>).....	28

Tableau N°01 : Durée de vie des différents types de polluants indicative de certaines substances polluantes dans l’atmosphère. (Stéphanie, 2001).....	02
Tableau N°02 : Indice de la qualité de l’air selon (Castell JF, 2000).....	05
Tableau N°03 : Sensibilité à l’ozone des principales espèces cultivées (d’après Mills et al, 2007 et ICP Végétation, 2011 ; Ulrich et al. 2006).....	07
Tableau N°04 : Fiche descriptive pour Le blé dur (<i>Triticum durum</i>) variété Semito, et le blé tendre (<i>Triticum aestivum</i>) variété Ain-Abid.....	19
Tableau N°05 : Codage des échantillons pour les deux génotypes de blé.....	20
Tableau N°06 : Corrélation de la conductance stomatique couplée avec le taux de l’ozone en fonction du Poids frais et le poids sec (blé dur).....	27
Tableau N°07 : Corrélation de la conductance stomatique couplée avec le taux de l’ozone en fonction du Poids frais et le poids sec (blé tendre).....	28
Tableau N°08 : Résumé de tous les paramètres liés à la sensibilité entre les deux génotypes de blé ;.....	29

Liste des abréviations
Liste des figures
Liste des tableaux
Introduction générale

PARTIE N°1 : ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE N°01 : LA BIOSURVEILLANCE DE LA QUALITE DE L’AIR

I-1-Notion de la qualité de l’air ambiant.....01
I-2-Problématique de la pollution de l’air.....01
I-2-1-Définition.....01
I-3-La pollution atmosphérique.....02
I-3-1-La surveillance de la qualité de l’air.....03
I-3-2-Les méthodes de mesure de la pollution atmosphérique.....03
I-3-2-1-Méthodes physicochimiques.....03
I-3-2-2-Méthodes biologiques.....04
I-3-3-Indices de la qualité de l’air ambiant.....04
I-3-4-Biosurveillance végétale de la pollution atmosphérique.....05
I-3-4-1-La biosurveillance passive.....05
I-3-4-2-La biosurveillance active.....06
A-Des bio marqueurs.....06
B-Des bio-indicateurs.....06
C-Des bio-intégrateurs.....06
D-Des bio accumulateurs.....06
I-3-5-La biosurveillance de l’ozone.....07

CHAPITRE N° 02 : LA POLLUTION PHOTOCHIMIQUE

II-1-L’Ozone troposphérique.....08
II-2-Formation de l’ozone troposphérique.....08
II-3-Sources primaires des précurseurs de l’ozone.....08
II-4-Les émissions anthropiques.....09
II-5-Les émissions provenant de la combustion de biomasse.....09
II-6-Variabilité de l’ozone et impact sur le climat.....09

TABLE DES MATIERES

II-6-1-L'ozone, un gaz à effet de serre.....	09
II-6-2Evolution de l'ozone troposphérique.....	09
II-7-L'Ozone stratosphérique et l'ozone troposphérique.....	11

CHAPITRE N°03 : IMPACT DE L'OZONE TROPOSPHERIQUE SUR LES COUVERTS VEGETAUX

III-1-Impact de l'ozone troposphérique sur les couverts végétaux.....	12
III-2-Impact sur les espèces cultivées.....	12
III-2-1-Dommages visibles.....	12
III-2-2Croissance et rendement.....	12
III-2-3-Photosynthèse.....	13
III-2-4-Reproduction.....	14
III-2-5-Autres aspects agronomiques.....	14
III-2-6-Effets de l'ozone sur la conductance stomatique.....	14

PARTIE N°II : ETUDE EXPERIMENTALE

CHAPITRE N°01 : DESCRIPTION DE LA ZONE D'ETUDE

I-1-Présentation de la zone d'étude.....	15
I-2-Présentation de la commune de Tiaret.....	15
I-3-Aperçue climatiques de la zone d'étude.....	16
I-3-1-Régime pluviométrique.....	16
I-3-2-Régime thermique.....	16
I-4-Les limites de la commune de Tiaret.....	17
I-5-Voies de communications.....	17
I-5-1-Consistance du réseau routier interne.....	17
I-5-2-État du réseau.....	17
I-6-Urbanisation.....	18
I-6-1-Répartition spatiale de la population	18
I-7-Activités industrielles.....	18

CHAPITRE N°02 : MATERIEL ET METHODES

II-1-Présentation de l'étude.....	19
II-2-But expérimental.....	19
II-3-Matériel végétales et équipements utilisés dans l'expérience.....	19

TABLE DES MATIERES

II-4-Localisation de l'expérience.....	20
II-5-La germination des grains de blé.....	20
II-6-Conditions de culture.....	20
II-7-La conductance stomatique.....	21
II-8-Mesure de l'ozone troposphérique.....	21

CHAPITRE N°03: RESULTATS ET DISCUSSION

III-1-Variabilité des paramètres intrinsèques des deux variétés de blé dur et tendre	23
III-1-1-Comparaison du taux de nécrose entre le blé tendre (<i>Triticum aestivum</i>) variété Ain-Abid, et le blé dur (<i>Triticum durum</i>) variété Semito.....	23
A-Pour le 1er jour du 16/06/2019.....	23
B-Pour le 2eme jour du 17/06/2019.....	23
C-Pour le 3eme jour du 18/06/2019.....	24
III-1-2-Comparaison du nombre de feuilles totales du blé tendre (<i>Triticum aestivum</i>) variété Ain-Abid, et le blé dur (<i>Triticum durum</i>) variété Semito.....	24
III-1-3-Comparaison des pourcentages des feuilles nécrosées entre le blé tendre (<i>Triticum aestivum</i>) variété Ain-Abid, et le blé dur (<i>Triticum durum</i>) variété Semito.....	25
III-1-4-Comparaison de la conductance stomatique entre le blé tendre (<i>Triticum aestivum</i>) variété Ain-Abid, et le blé dur (<i>Triticum durum</i>) variété Semito.....	26
III-2-Corrélation de la conductance stomatique couplée avec le taux de l'ozone en fonction du poids frais et le poids sec	27
III-2-1-Cas du le blé dur (<i>Triticum durum</i>) variété semito.....	27
III-2-2-Cas du blé tendre (<i>Triticum aestivum</i>) variété ain-Abid.....	28
III-3-Comparaison de la sensibilité (entre le blé tendre (<i>triticum aestivum</i>) variété ain-abid, et le blé dur (<i>Triticum durum</i>) variété semito).....	29

CONCLUSION GENERAL.....

Références bibliographique

Résumé

ملخص

Introduction

Générale

Introduction

L'ozone est une molécule d'Oxygène hautement réactive contenant trois atomes d'oxygène; C'est un gaz bleu pâle, soluble peu dans l'eau, instable, odeur douceâtre.

L'ozone est l'indicateur majeur de la pollution photochimique qui se forme dans la couche troposphérique sous l'effet du rayonnement solaire à partir des composés organiques volatils, des oxydes d'azote et de monoxyde de carbone émis par les rejets d'effluents industriels, automobiles...etc (El Yamani M, 2006).

Ses effets sur les couverts végétaux perturbent un certain nombre de processus physiologiques et biochimiques essentiels au développement des plantes. (Fiscus et al., 2005;

La problématique de notre travail est basée sur l'Impact de l'ozone comme polluant (O₃), est un sujet de préoccupation pour la production agricole.

But expérimental

- La variabilité des réponses physiologiques intrinsèques pour le blé dur (*Triticum durum*) variété Semito, et le blé tendre (*Triticum aestivum*) variété Ain-Abid;
- Les dégâts et les anomalies comportementales provoquées sur le blé dur (*Triticum durum*) variété Semito, et le blé tendre (*Triticum aestivum*) variété Ain-Abid;

Plan du travail

Dans une première partie, nous ferons à une série d'étude bibliographique. Nous nous limiterons aux travaux dont l'objectif était analogue au notre travail. Nous présenterons ensuite une partie expérimentale en premier lieu une description détaillée de notre zone d'étude suivie par un chapitre matériel et méthodes pour atteindre notre objectif ; Les échantillons seront traités au niveau des Laboratoires de recherche faculté sciences de la nature et de la vie.

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

Partie N°01 :
Etude Bibliographiques

Chapitre N°01 :
la Biosurveillance de la
Qualité de l'Air

I-1-Notion de la qualité de l'air ambiant

La qualité de l'air est souvent associée à la qualité de vie ; La pollution atmosphérique a un impact sur les activités humaines et représente un coût tant humain qu'économique.

La surveillance des concentrations en polluants dans l'atmosphère, plus particulièrement dans les zones à forte exposition de la population, est importante et permet à la fois d'informer les citoyens sur la situation et de prendre les dispositions réglementations appropriées pour limiter, si possible ces concentrations. **(Citepa, 2003)**.

La qualité de l'air est une combinaison complexe de paramètres et processus souvent couplés (Voir figure N°01), ce qui rend son étude plus difficile. Il est bien sûr nécessaire de connaître le mieux possible les conditions climatologiques et météorologiques locales sur la zone considérée mais la bonne connaissance des émissions de polluants est indispensable.

I-2-Problématique de la pollution de l'air

I-2-1-Définition

"Polluer" signifie étymologiquement profaner, salir, souiller et dégrader selon **(Ramade, 1982)**.

Ces vocables recouvrant des notions assez générales, mais paraissent tout aussi adéquats que les longues définitions données par des experts. Le conseil de l'Europe définit en 1967 comme polluant atmosphérique " Toute substance étrangère et dont la variation du taux dans l'atmosphère est susceptible de provoquer un effet nuisible, compte tenu des connaissances scientifiques des moments où crée un gêne.

Selon **(Ramade, 1982)** "la pollution de la biosphère par la civilisation technologique ne porte pas seulement atteinte à la pérennité des espèces animales ou végétales qui la peuplent, elle compromet aussi l'avenir de l'humanité en dilapidant des ressources naturelles irremplaçables en particulier celles qui conditionnent la productivité agricole des divers écosystèmes continentaux.

En définitive, quand le terme de pollution est pris à son sens le plus large, il englobe toute action par laquelle l'homme dégrade la nature.

Tableau N°01: Durée de vie des différents types de polluants indicative de certaines substances polluantes dans l'atmosphère. (Stéphanie, 2001).

Substances	Durée de vie
CH ₄	Année
CO	Mois
SO ₂	Jours à mois
Ozone (O ₃)	Quelques jours
COV	Heures à jours
Aérosols 1-10 µm	Minutes à jours
Aérosols 1µm	Jours à Semaines

Les polluants primaires sont les polluants que l'on trouve à l'endroit de l'émission, les polluants secondaires sont des polluants qui ne sont pas émis, mais qui résultent de la transformation physico-chimique des polluants primaires au cours de leur séjour dans l'atmosphère.

I-3-La pollution atmosphérique

L'atmosphère étant un système dynamique en perpétuelle interaction avec la biosphère, sa composition naturelle peut fortement varier localement en ce qui concerne des composés tels que les oxydes de soufre et d'azote.

Ces variations sont néanmoins faibles, en regard des concentrations générées par les activités anthropiques qui peuvent être multipliées par 04 ordres de grandeur dans le cas du monoxyde d'azote ou simplement qui peuvent introduire des composés qui ne sont pas présents dans la composition naturelle. (Ponche, 2003).

Les différentes composées ont des durées de vie dans l'atmosphère qui sont extrêmement variables, ce qui explique que les problèmes de perturbations atmosphériques (pollution) se situent sur des différentes échelles de temps et d'espace très variables.

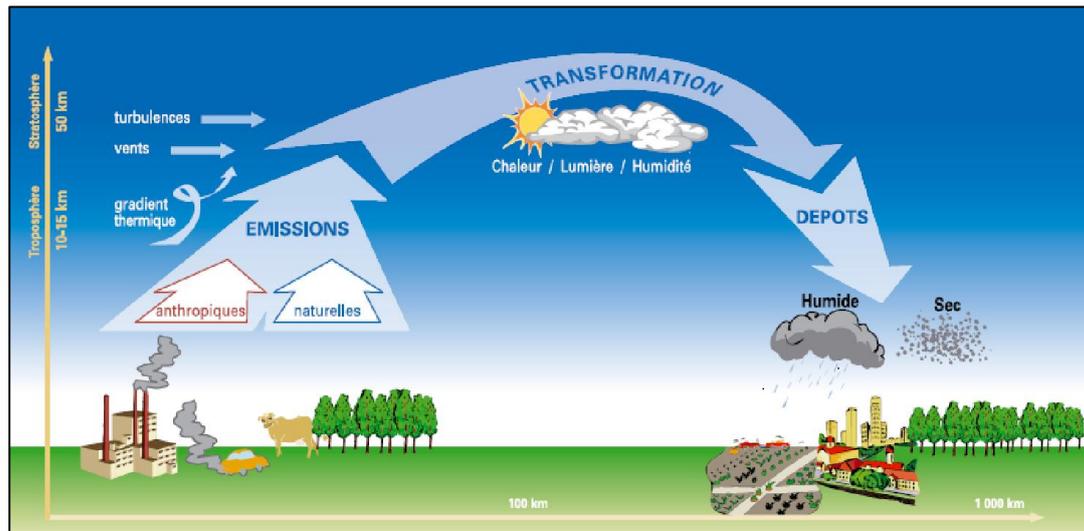


Figure N°01 : Problématique de la pollution de l'air selon (Citepa, 2001).

I-3-1-La surveillance de la qualité de l'air

La surveillance de la qualité de l'air consiste à mesurer systématiquement les polluants de l'air ambiant pour pouvoir déterminer l'exposition des récepteurs vulnérables (populations, animaux, végétaux) sur la base des normes et directives découlant des effets observés et identifier la source de la pollution atmosphérique.

Les concentrations de polluants dans l'air ambiant sont influencées par la variation dans l'espace ou dans le temps des émissions de substances dangereuses et par la dynamique de leur dispersion dans l'air.

On observe donc des variations journalières et annuelles marquées des concentrations pratiquement impossible de déterminer de façon unifiée toutes ces variations de la qualité de l'air. Les mesurages des concentrations de polluants dans l'air ambiant ont donc toujours le caractère d'échantillons aléatoires dans l'espace ou dans le temps. (Hans et Bruckmann, 2004)

I-3-2-Les méthodes de mesure de la pollution atmosphérique

On distingue deux types de méthodes de détection de la pollution de l'air:

- Méthodes physicochimiques ;
- Méthodes biologiques.

I-3-2-1-Méthodes physicochimiques

La présence simultanée de formes gazeuse et particulaires leurs concentrations généralement très faibles dans l'air ambiant fait que leurs échantillonnages soient compliquées.

Selon les auteurs (**Jackobson et Weistein, 1977 in OMS 1985**) ;

Il importe d'appliquer une méthode de collecte qui permettent de séparer les deux formes quand s'intéressent à une éventuelle atteinte de la végétation".

C'est ainsi que les polluants gazeux comme les métaux sont plus toxiques pour les végétaux.

I-3-2-2-Méthodes biologiques

Comme nous avons signalé que le végétale peut être un détecteur de pollution ; L'impact de la pollution atmosphérique sur la végétation est connu depuis plus d'un siècle (**Lieutaghi, 1972**).

En effet en 1991 un agronome **Anglais Oliver** avait observé et expérimenté en serre, les effets néfastes du smog londonien sur les plantes, il constate qu'un brouillard dense chargé de 43 substances chimiques rejeté par les cheminés des usines et des immeubles sur la même action sur l'organisme végétale que l'acide sulfurique étendu.

En 1900 le Botaniste **Breton Picquenard** étudié l'action des fumées sur les développements de la végétation cryptogamiques, Lichen en particulier, en 1917 Vangin publia une étude détaillée sur les dégâts causés aux conifères par l'acide chlorhydrique né de la combinaison des produits chlorés de fumées industriels avec les gouttelettes d'eau du brouillard.

Depuis lors des recherches dans ce domaine, se sont multipliées et des nombreux laboratoires s'occupent du dépistage des substances chimiques nocives pour les végétaux dans l'air des villes et des complexes industriels, ainsi plusieurs scientifiques déterminent que les plantes très sensibles réagissant comme de véritable enregistreur de pollution (**Lieutaghi, 1972**), et que les dangers de la pollution peuvent être détectés par les indicateurs biologiques.

I-3-3-Indices de la qualité de l'air ambiant

De nombreux indices ont été établis pour estimer un niveau de qualité de l'air à partir de la proportion de surface foliaire atteinte de nécroses.

Seules les feuilles adultes sont prises en compte (on élimine les feuilles âgées, jaunissantes, et les trois dernières feuilles apparues, trop jeunes).

Tableau N°02 : Indice de la qualité de l'air selon (Castell JF, 2000).

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

$$\text{PFN} = \frac{\text{Somme des pourcentages absorbés sur les feuilles}}{\text{Nombre de feuille prises en compte}}$$

On estime le pourcentage de surface foliaire atteint de nécroses par une méthode quelconque (utilisation de planches de référence, logiciels de traitement d'image...).

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

I-3-4-Biosurveillance végétale de la pollution atmosphérique

La biosurveillance végétale se fonde sur des "réponses" spécifiques voire sélectives des végétaux en fonction de doses de pollution ambiante voire de certains polluants présents dans l'atmosphère.

La sensibilité spécifique tient du fait que toutes les espèces ou variétés intra-espèces des végétaux ne réagissent pas de la même façon à la pollution ni avec la même intensité.

La réponse sélective face à un cocktail de polluants peut amener à trouver des réponses en lien plus ou moins étroit avec l'un ou l'autre polluant ou indicateur de pollution atmosphérique.

Selon (Aspa, 2001) La biosurveillance de la qualité de l'air, semble avoir deux types :

I-3-4-1-La biosurveillance passive

La biosurveillance passive utilise les 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.

La biosurveillance passive, mesure et évaluation d'effets phytotoxique de polluants ambiants (émissions) à l'aide de cartographie de lichens.

Méthode pour la standardisation de l'utilisation de feuilles et d'aiguilles d'arbres sur site naturel pour mise en évidence d'effet de la pollution atmosphérique. (Aspa, 2001)

I-3-4-2-La biosurveillance active

La biosurveillance active utilise des végétaux sélectionnés cultivés à cet effet puis installés sur site. Cette méthode permet de choisir les emplacements et de s'affranchir de disparités d'effets liées à la variabilité naturelle intra-espèces.

Les mesures des doses réponses de pollution en air ambiant avec des cultures standardisées d'herbacées. (Aspa, 2001).

Parmi les différents végétaux utilisés en biosurveillance, il y a :

A-Des bio marqueurs

Dans ce cas, les changements se situent au niveau infra-individuel ; Les altérations sont moléculaires, biochimiques, cellulaires ou même physiologiques. Mais toutes ces modifications ne sont pas visibles à l'œil nu. (Aspa, 2001).

B-Des bio-indicateurs

Les effets sont visibles à l'œil nu, et ils se traduisent par des altérations morphologiques, tissulaires ou physiologiques (notamment de la croissance et de la reproduction) ; Cette utilisation concerne seulement les végétaux dits « sensibles » ; (Aspa, 2001)

C-Des bio-intégrateurs

Les effets de la pollution sont dans ce cas appréciés à l'échelle de la population voire de la communauté ou de l'écosystème. Les phénomènes d'apparition ou de disparition d'espèces sont utilisés comme des indicateurs de variations de la qualité environnementale, et peuvent être utilisés pour mettre en évidence une pollution. (Aspa, 2001).

D-Des bio accumulateurs

La bioaccumulation est un phénomène par lequel une substance s'accumule en surface et/ou pénètre dans un organisme, même si elle n'a aucun rôle métabolique, voire si elle est toxique à l'organisme ou non.

I-3-5-La biosurveillance de l'ozone

L'Ozone est un polluant largement répandu, régulièrement responsable des impacts sanitaires sévères notamment sur l'appareil respiratoire.

Il est également très phytotoxique et provoque des baisses significatives des rendements de certaines cultures ainsi que des dégâts sur les écosystèmes naturels.

Actuellement, l'ozone est le polluant le plus couramment étudié, pour ses effets, à l'aide de la biosurveillance.

Dans la grande majorité des cas, c'est le tabac (*Nicotiana tabacum*) qui est utilisé comme bio indicateur.

Pour ce type d'étude, les plants de tabac implantés sur les sites sont lus toutes les semaines.

Tableau N°03 : Sensibilité à l'ozone des principales espèces cultivées (d'après Mills et al, 2007 et ICP Végétation, 2011 ; Ulrich et al, 2006).

Espèces sensibles	à l'Ozone	Espèces modérément à l'ozone
Blé ;	Betterave ;	
Soja ;	Colza ;	
Cotonnier ;	Pomme de terre ;	Orge ;
Haricots, pois, fèves ;	Tabac ;	Fraisier ;
Navet ;	Riz ;	Seigle ;
Oignon ;	Vigne ;	Brocoli ;
Laitue ;	Chou ;	Epicéa ;
Tomate ;	Maïs ;	Hêtre ;
Pin noir ;	Luzerne ;	Douglas ;
Mélèze ;	Chêne pédonculé ;	Érable ;
Pin sylvestre ;	Bouleau ;	
Pin maritime ;	Platane ;	

Chapitre N°02 :
La Pollution Photochimique

II-1-L'Ozone troposphérique

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

Il apparaît donc essentiel de renforcer les mesures limitant l'augmentation de ses concentrations et d'approfondir nos connaissances sur la manière dont il affecte les plantes.

En effet, en plus des risques avérés pour la santé humaine (maladies dégénératives, arthrose, troubles cardiaques, troubles nerveux, cancers). (**Kampa and Castanas, 2008**).

II-2-Formation de l'ozone troposphérique

La troposphère qui s'étend de 08 à 16 km, selon que l'on se situe aux pôles ou l'équateur, rassemble l'essentiel de la masse d'air de l'atmosphère mais seulement 10 % de l'ozone total qui constitue, à ce niveau un polluant. (**Grewe, 2005**).

Bien qu'il existe entre la stratosphère et la troposphère des échanges d'ozone au niveau de la tropopause, l'essentiel de l'ozone troposphérique est issu de synthèses locales par photochimie

La faiblesse du rayonnement UV au niveau de la troposphère limitent les réactions de formation similaires à celles qui surviennent dans la stratosphère ; de plus l'ozone produit de cette façon reforme rapidement du dioxygène (**Bagard, 2008**).

La synthèse de l'ozone dans la troposphère résulte donc principalement d'interactions entre les rayonnements UV et des gaz issus d'activités anthropiques et/ou des composés organiques volatils (COV) issus soient d'activités anthropiques soient des couverts végétaux.

L'O₃ est donc qualifié de polluant photochimique secondaire, certaines activités industrielles et la circulation routière entraînent d'importantes libérations d'oxydes d'azotes (NO_x) dans la troposphère. (**Jenkin et Clemitshaw, 2002**).

II-3-Sources primaires des précurseurs de l'ozone

Les régions tropicales sont caractérisées par de fortes émissions de précurseurs, par les feux de forêts saisonniers et par les activités anthropiques qui a engendré une explosion des émissions liées à l'industrie, aux transports et aux activités domestiques. L'activité convective de ces régions favorise également l'émission de NO_x par les éclairs, qui sont directement générés dans la haute troposphère.

II-4-Les émissions anthropiques

Les émissions de précurseurs d'O₃ nommées anthropiques proviennent des pratiques humaines quotidiennes, comme l'activité industrielle, la production d'énergie, les différents moyens de transport (routier, train, maritime, avion) et les usages liés aux foyers.

Ces émissions sont dues à la combustion d'énergie fossile (charbon, pétrole, gaz naturel...) utilisée par ces activités humaines, un procédé qui produit d'importantes quantités et variées de gaz traces et de particules comme le CO₂, les NO_x, le CO, le SO₂, les COV.

L'abondance et la nature des émissions de chacun de ces gaz dépendent du combustible utilisé et de la technique de combustion employée. C'est pourquoi les émissions anthropiques dépendent beaucoup du pays considéré selon son niveau de développement, ses pratiques et ses ressources énergétiques.

II-5-Les émissions provenant de la combustion de biomasse

L'importante source d'émission de précurseurs d'O₃ provient des feux de biomasse (**Jacob et al, 1996**). Les feux peuvent être initiés lors de sécheresse sur les zones arides ou déclenchés par les éclairs, mais il s'agit le plus souvent de brûlages pratiqués par l'homme pour maîtriser son environnement.

Les feux de biomasse ont lieu sur toute la planète, mais ils touchent particulièrement les régions tropicales et notamment l'Afrique, l'Amérique du Sud et l'Indonésie. (**Andreae, 1991; Fishman et al, 1991**).

II-6-Variabilité de l'ozone et impact sur le climat

II-6-1-L'ozone, un gaz à effet de serre

L'O₃ est un gaz à effet de serre c'est à dire qu'il absorbe le rayonnement infrarouge émis par la Terre pour le rediffuser ensuite vers la surface, provoquant ainsi un réchauffement de la surface terrestre. La quantification du rôle de l'O₃ en tant que gaz à effet de serre est donnée par le calcul du forçage radiatif. (**Forster, 2007**).

II-6-2- Evolution de l'ozone troposphérique

Les concentrations en ozone troposphérique ont été multipliées par 2 à 5 au cours du XXème siècle (Figure N°02).

Afin d'éviter que ces concentrations continuent de croître, des mesures ont été prises pour limiter la production des précurseurs de l'ozone par l'activité humaine (**Conventions de Sophia 1988 et Genève 1991**).

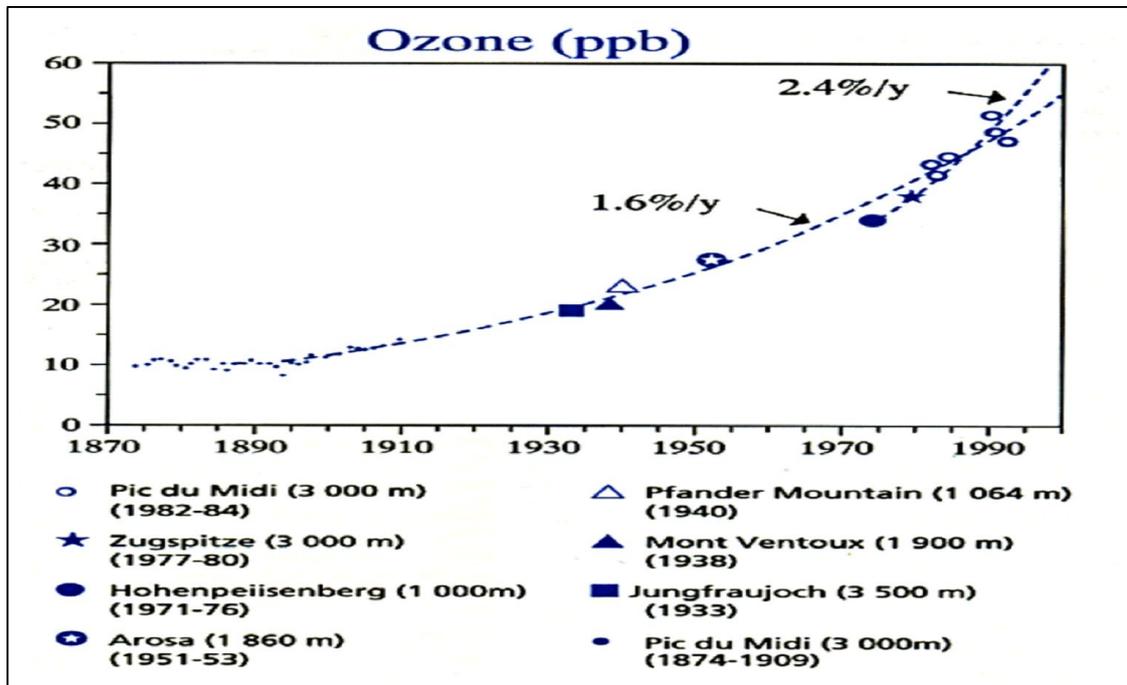


Figure N°02 : Evolution des concentrations européennes en ozone (ppb) mesurées entre 1870 et 2000. (Marenco, 1994).

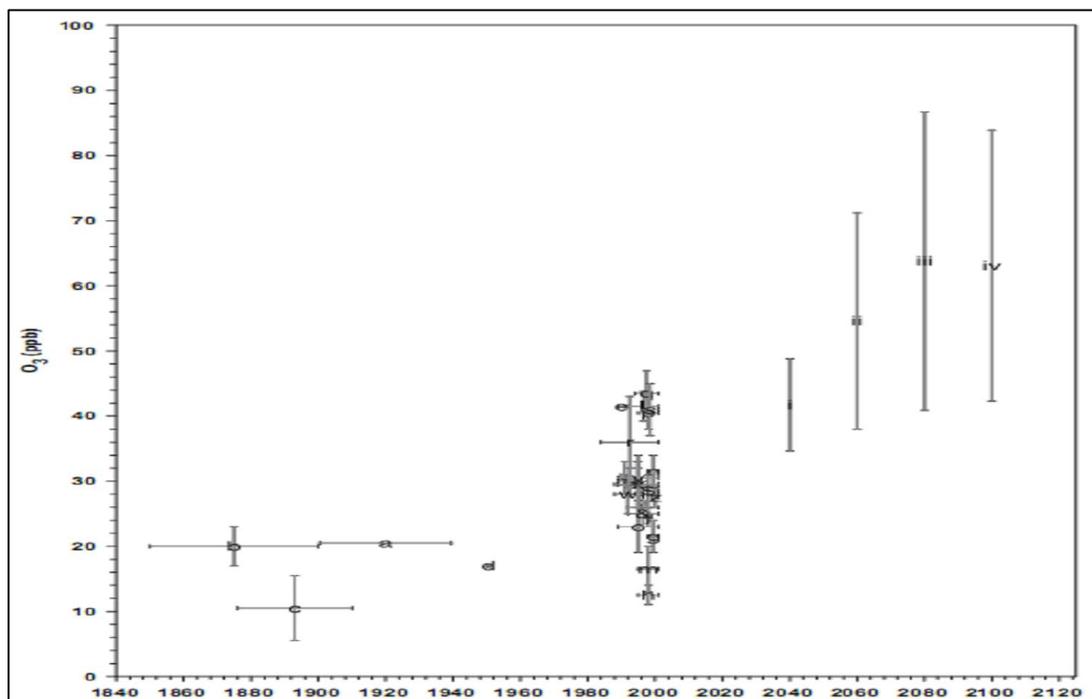


Figure N°03: Concentrations annuelles passées, actuelles et prédites en ozone troposphérique (Vingarzan, 2004).

II-7-L'Ozone stratosphérique et l'ozone troposphérique

L'ozone, naturellement présent dans l'atmosphère, a une concentration qui est fonction de l'altitude. Il convient de distinguer l'ozone stratosphérique de l'ozone troposphérique. Les impacts, par exemple sur la santé des êtres vivants, sont souvent opposés : L'ozone stratosphérique protège les cellules du monde du vivant alors que l'ozone troposphérique a de multiples effets néfastes.

La concentration absolue d'ozone est maximale dans la stratosphère, où cette « **Couche** » d'ozone agit comme un filtre en arrêtant les rayonnements nocifs du soleil (rayonnements ultraviolets : UV B et C), tout en laissant passer la lumière et la chaleur nécessaires à la vie sur Terre.

Certaines activités anthropiques entraînent une destruction de l'ozone stratosphérique par émissions gazeuses de chlorofluorocarbones par exemple.

Cette destruction a entraîné une réduction significative des concentrations, principalement dans les années 1970 et 1980. Or, cette réduction induit une augmentation de l'intensité du rayonnement UV à la surface de la Terre qui contribue, entre autres, à l'augmentation des concentrations en ozone troposphérique (**Mégie, 1992 ; APPA, 1998**).

Chapitre N°03:
Impact de l'Ozone sur les
Végétaux

III-1-Impact de l'ozone troposphérique sur les couverts végétaux

Haagen et smit, 1952, sont les premiers à mettre en évidence l'effet nocif de l'ozone sur les plantes. Depuis la publication de leurs travaux, la phytotoxicité de l'ozone a fait l'objet de nombreuses études.

Il est aujourd'hui considéré comme le premier polluant mondial pour les plantes. Bien qu'à l'échelle des temps géologiques, L'O₃ reste une contrainte très récente, les recherches menées sur ses effets ont tout de même permis de mettre en évidence une variabilité dans la sensibilité à l'ozone, au sein d'un petit groupe d'espèces végétales considérées : les plantes qualifiées de sensibles (blé, tomate, soja...), les plantes modérément tolérantes (parmi lesquelles le maïs a été placé) et les plantes résistantes (orge, fraisier...) (**Mills et al, 2007**).

On parle d'exposition chronique lorsque l'exposition est régulière et correspond à des doses d'ozone plus ou moins élevées. Dans les deux situations, les rendements des cultures considérées sont limités. Des expositions chroniques entraînent souvent une réduction de la photosynthèse et une accélération de la sénescence alors que des expositions aiguës conduisent à des réponses des plantes s'apparentant à des réponses d'hypersensibilité incluant des lésions foliaires par mort cellulaire programmée, telles que celles causées par des agents pathogènes (**Castagna et Ranieri, 2009**).

III-2-Impact sur les espèces cultivées

III-2-1-Dommages visibles

L'apparition de symptômes foliaires - tâches chlorotiques et nécrotiques, rougissement est la conséquence la plus visible de la pollution due à l'ozone troposphérique sur la végétation.

Ce type de dommages, associé à des épisodes de fortes concentrations en ozone, entraîne des pertes économiques immédiates pour les espèces horticoles dont l'apparence revêt une importance particulière.

De tels symptômes sont régulièrement observés en Amérique du Nord et en Europe, notamment au niveau des cultures irriguées des régions méditerranéennes, mais sont aussi signalés au Mexique, en Egypte, en Inde ou à Taiwan. (**Ashmore, 2005**).

III-2-2Croissance et rendement

En plus et souvent indépendamment de ces symptômes aigus, l'exposition chronique au polluant est responsable de pertes significatives de croissance et de rendement pour de

nombreuses espèces de première importance agronomique. En Europe, l'exposition à l'ozone pendant une saison de croissance peut réduire de 25 % le rendement du blé et de la pomme de terre (Pleijel et al, 2007).

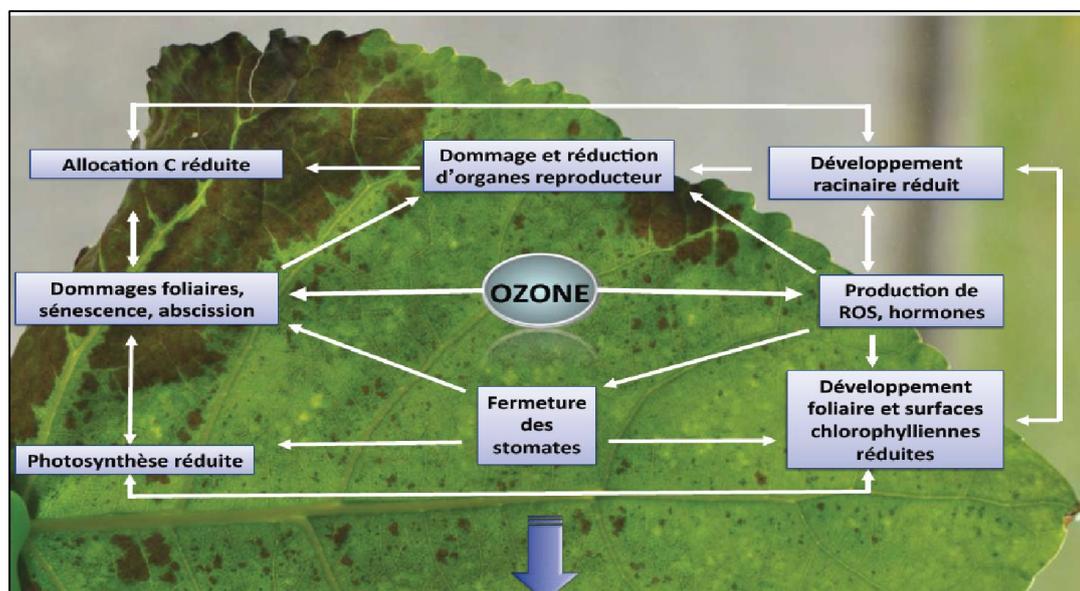


Figure N°04 : Effets de l'ozone sur un ensemble de processus physiologiques et son impact sur la végétation ; Réduction de biomasse, rendement selon (Dghim, 2012).

III-2-3-Photosynthèse

L'effet négatif de l'ozone sur la croissance résulte principalement d'une limitation de la fixation du CO₂ atmosphérique (Fuhrer 2003), due à une réduction de l'activité et de la quantité de la rubisco (Lehnherr et al. 1987, Enyedi et al. 1992), à laquelle s'ajoutent une dégradation prononcée de la chlorophylle et une sénescence accélérée (Ojenperä et al, 1998).

Pour un certain nombre d'espèces cultivées (blé, haricot, tomate, navet, potiron, fêtuque) une réduction marquée de la capacité de transport d'électrons photosynthétiques a été démontrée en réponse à l'ozone (Fiscus et al. 2005).

Les résultats concernant les conséquences d'une exposition à l'ozone sur les stomates demeurent assez contradictoires. Il est généralement admis que la réduction de la conductance stomatique en réponse au polluant serait un effet secondaire de l'atteinte de la photosynthèse plutôt qu'une de ses causes, l'augmentation de la concentration interne en CO₂ initiant la fermeture partielle des stomates (Fiscus et al. 1997).

Pour autant, l'ozone pourrait avoir un effet direct sur les cellules de garde via la formation de peroxyde d'hydrogène et son action sur les canaux calciques membranaires (Fiscus et al. 2005).

III-2-4-Reproduction

Les processus liés à la reproduction peuvent être touchés par l'exposition à l'ozone. Divers effets ont été rapportés pour les plantes cultivées : inhibition de la germination du pollen et de la croissance du tube pollinique, déclenchement retardé de la floraison, modification des caractéristiques florales, réduction du nombre de fleurs produites, perte de rendement en fruits et en graines, réduction du taux de germination des graines et de la vigueur des pousses (**Black et al, 2000**).

III-2-5-Autres aspects agronomiques

L'exposition à l'ozone a en outre des conséquences sur la qualité de divers produits agricoles : augmentation de la concentration en azote dans le grain de blé, altération de la qualité des fibres de coton, du tubercule de pomme de terre et de la pastèque ou diminution de la teneur en huile, en protéines et en glucides dans les graines de colza (**Black et al, 2000**).

III-2-6-Effets de l'ozone sur la conductance stomatique

D'une manière générale l'ozone entraîne une réduction de la conductance stomatique, cependant, les mécanismes de perception de l'ozone et la cascade signalétique associée sont toujours inconnus.

Néanmoins, il a été montré que les mutants de (*Nicotiana tabacum*) et (*Arabidopsis thaliana*), ont une sensibilité à l'ozone accrue, due à une conductance stomatique supérieure et à une régulation de la conductance stomatique perturbée en réponse à l'ozone. (**Gomi et al., 2005; Marten et al., 2008 Vahisalu et al., 2010**).

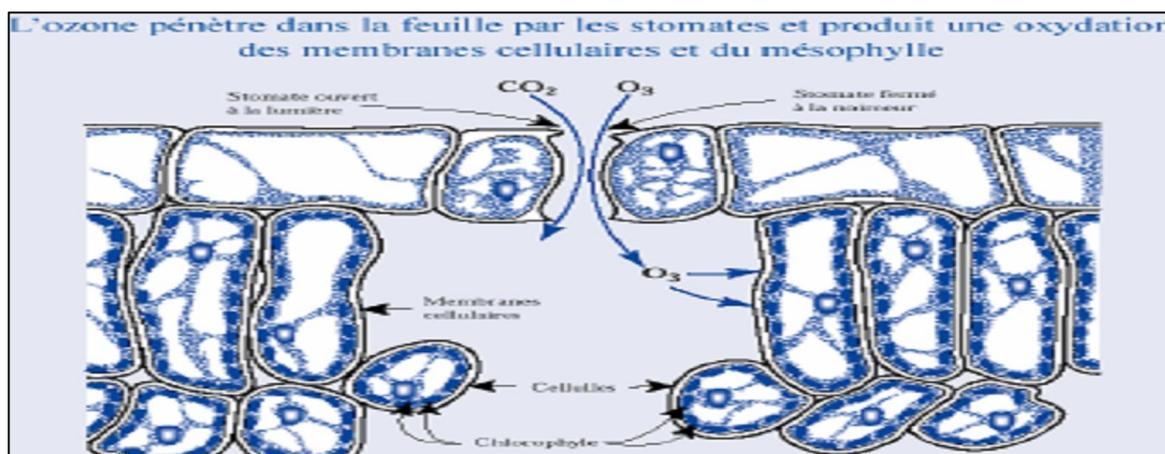


Figure N°05 : Représentation schématique de la pénétration de l'ozone dans la chambre stomatique et des voies d'actions potentielles sur les cellules foliaires. (**Source : Appa, 2002**).

Partie N°02 :
Etude expérimentales

Chapitre N°01:
Description de la zone
d'étude

I-1-Présentation de la zone d'étude

La wilaya de Tiaret est située à 300 km au sud-ouest d'Alger (figure 1). Son relief varie avec des altitudes comprises entre 800 et 1 200 m. C'est une zone agropastorale, à climat de type méditerranéen, continental. (**Boukhaboul, 2003**)

Faisant partie des hautes plaines, la wilaya de Tiaret est caractérisée par un relief varié. Elle se trouve limitée par le versant méridional et de l'Atlas Tellien par des chaînons de l'Atlas saharien (Jebel Amour) au sud et par les monts de Freneda au nord.

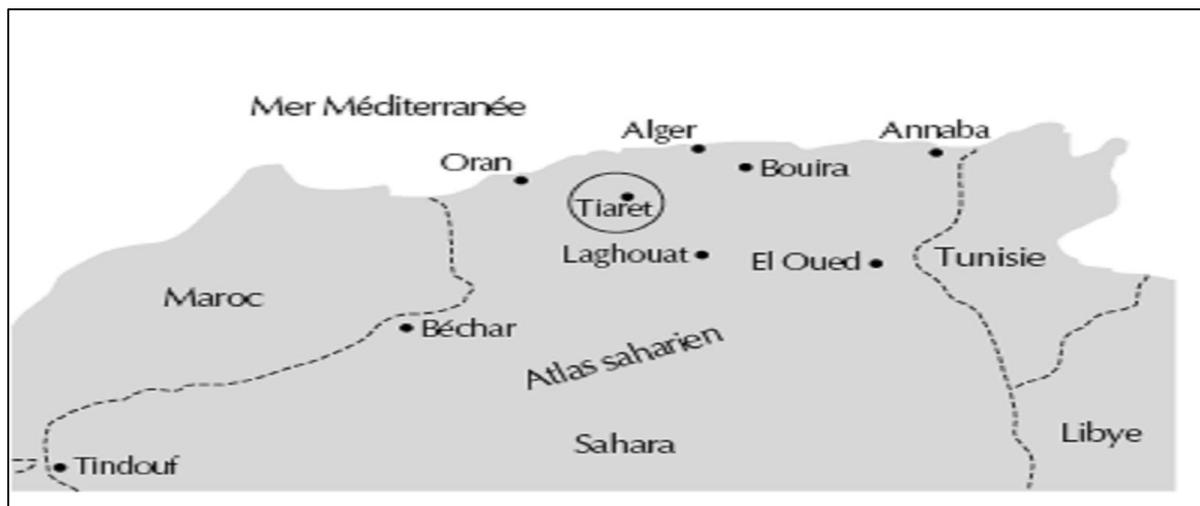


Figure N°06 : Carte d'Algérie avec la situation de la wilaya de Tiaret (Boukhaboul, 2003)

I-2-Présentation de la commune de Tiaret

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 d'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.

Statistiquement, l'agglomération chef lieu de Tiaret se confond avec la commune puisque la zone éparses représente 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 repartis sur une superficie de 1227Km².

Ce qui nous donne une densité de 136,10 hab /Km² 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 cité in Boukhaboul ; 2005**).

La commune Tiaret étant conçue comme métropole dans la région des hauts plateaux, elle possède un rôle fonctionnel d'animation et de gestion d'un espace déséquilibré et hétérogène de toute une wilaya qui s'étend entre la chaîne Tellienne au Nord et la chaîne Atlassienne au Sud entretenu par plusieurs routes nationales, une voie ferrée, un aéroport, et aussi grâce aux équipements, services et activités Agricoles, Administratifs, et le centre universitaire.

I-3-Aperçue climatiques de la zone d'étude

I-3-1-Régime pluviométrique

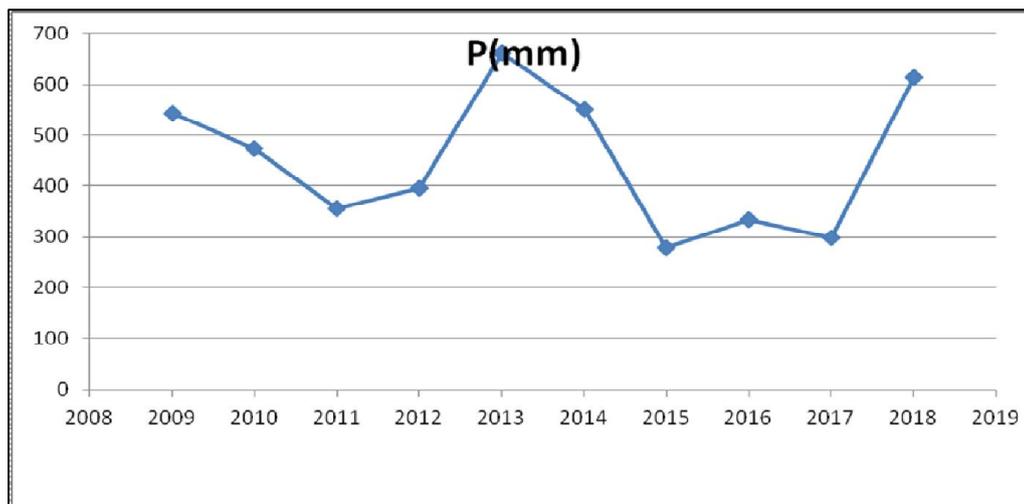


Figure N°07 : Variation des précipitations annuelles Pour la période de (2008 à 2018).
(Tutiempo, 2019)

La région est classée parmi les zones dont la pluviométrie oscille entre 500 et 600 millimètres par an et appartient par conséquent à l'étage semi aride.

I-3-2-Régime thermique

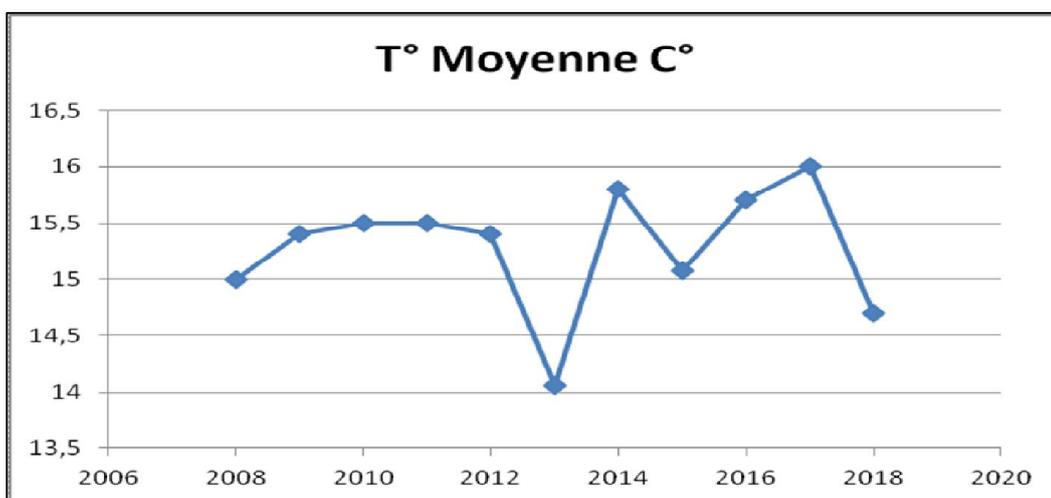


Figure N°08: Variation des températures moyennes pour la période de (2008 à 2018)
(Tutiempo, 2019).

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

I-4-Les limites de la commune de Tiaret sont

- 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.

I-5-Voies de communications

I-5-1-Consistance du réseau routier interne

Le chef lieu de la commune de Tiaret et le carrefour de plusieurs voies de communications d'une importance nationale; mais dans l'état reste au demeurant moyen.

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

I-5-2-État du réseau

L'état actuel du réseau routier de la commune de Tiaret semble être détérioré par la présence des grandes distances de mauvaise qualité ; ce qui influents sur la pénétration rapide des véhicules passagers. La présente figure N°09, montre l'état actuel de notre réseau.

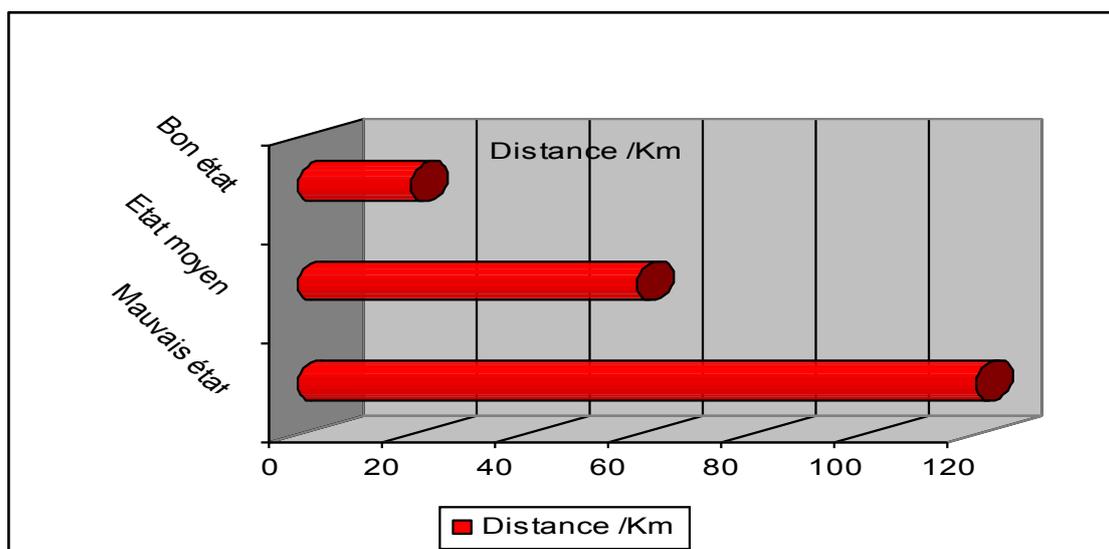


Figure N°09 : Etat du réseau routier pour la commune de Tiaret (DRAG, 2017).

La réalisation de ces routes facilitera le passage du trafic au niveau de la ville de Tiaret. Il faut noter que malgré cette situation, la majorité des rues de la ville de Tiaret sont peut larges et ne peuvent pas supporter la circulation de toutes sorte de machine (véhicules).

Le problème de ce réseau réside dans le sens de circulation des voies qui provoquent un ralentissement permanent au niveau de la ville. (DRAG, 2017).

I-6-Urbanisation

I-6-1-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.

I-7-Activités industrielles

- Unité nationale (E.R.I.A.D) ;
- Unité locale (E.R.I.A.D) ;
- Briqueterie ;
- Complexe lainier ;
- Entreprise Nationale de fonderie (E.N.F) ;
- OROLAIT Laiterie ;
- Société de tréfilage (SO.TRE.FIT).

Chapitre N°02 :

Matériel et Méthodes

II-1-Présentation de l'étude

Notre étude est basée sur l'impact de la variabilité des conditions externes sur les végétaux ; pour cela, on a analysé une fois par jour pendant (03) trois 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 d'éventuelles lésions dues à l'Ozone (Petites taches jaune pâle), et l'échange gazeux exprimé par la conductance stomatique.

II-2-But expérimental

- La variabilité des réponses physiologiques intrinsèques pour le blé dur (*Triticum durum*) variété Semito, et le blé tendre (*Triticum aestivum*) variété Ain-Abid ;
- Les dégâts et les anomalies comportementales provoqués sur le blé dur (*Triticum durum*) variété Semito, et le blé tendre (*Triticum aestivum*) variété Ain-Abid;
- Les relations entre les pourcentages des feuilles nécrosées (% PFN) couplées avec le rapport du poids fraîche et poids secs (%PF/PS).

II-3-Matériel végétales et équipements utilisés dans l'expérience

- Un substrat de culture (terreau) ;
- Des cylindres pour l'implantation du Blé ;
- Etuve pour la germination ;
- Capteur de mesure pour la concentration de l'ozone troposphérique de type Cairpol de l'environnement-SA France.

Tableau N°04 : Fiche descriptive pour Le blé dur (*Triticum durum*) variété Semito, et le blé tendre (*Triticum aestivum*) variété Ain-Abid source (ITGC ,2017)

Variété	Sémito	Ain-Abid
Origine	Italie	Espagne
Rendement	Elevé	Elevé
Poids de mille grains (PMG)	Elevé	Elevé

Tableau N°05 : Codage des échantillons pour les deux génotypes de blé (dur et Tendre).

N°	Echantillon	Code	N°	Echantillon	Code
01	Cylindre blé dur	BD 01	01	Cylindre blé tendre	BT 01
02	Cylindre blé dur	BD 02	02	Cylindre blé tendre	BT 02
03	Cylindre blé dur	BD 03	03	Cylindre blé tendre	BT 03
04	Cylindre blé dur	BD 04	04	Cylindre blé tendre	BT 04
05	Cylindre blé dur	BD 05	05	Cylindre blé tendre	BT 05
06	Cylindre blé dur	BD 06	06	Cylindre blé tendre	BT 06
07	Cylindre blé dur	BD 07	07	Cylindre blé tendre	BT 07
08	Cylindre blé dur	BD 08	08	Cylindre blé tendre	BT 08
09	Cylindre blé dur	BD 09	09	Cylindre blé tendre	BT 09

II-4-Localisation de l'expérience

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

II-5-La germination des grains de Blé

Les grains sont rincés avec de l'eau distillée ; Les graines sont ensuite placées dans des boîtes de pétri, munies avec papier filtre saturé d'eau distillée, et placées à l'étuve réglée à une température de 25 C°, la date de la pré-germination est le : **17/04/2019**.

II-6-Conditions de culture

Les graines prégermées sont plantées dans des cylindres remplis d'un terreau et les graines ont été irriguées quotidiennement et vérifiées de façon journalière.



Figure N°10 : Germination de blé (Blé dur (*Triticum durum*) variété Semito, et le blé tendre (*Triticum aestivum*) variété Ain-Abid).



Figure N°11 : Implantation du blé dur (*Triticum durum*) variété Semito, et le blé tendre (*Triticum aestivum*) variété Ain-Abid; dans une serre de culture.

II-7-La conductance stomatique

La conductance stomatique a été mesurée à l'aide d'un prometteur de type AP4; Les mesures ont été réalisées sur des feuilles atteintes par l'ozone et des feuilles saines, durant un temps de 06 à 12 H et sous l'éclairage solaire.

II-8-Mesure de l'Ozone troposphérique

Les mesures journalières de l'ozone troposphérique a été réalisé avec un capteur de type Cairpol, c'est un dispositif de mesure de la concentration en ozone dans l'air ambiant.

Chapitre N°03 :

Résultats et Discussion

III-1-VARIABILITE DES PARAMETRES INTRINSEQUES DES DEUX VARIETES DE BLE DUR ET TENDRE

(Le blé dur (*Triticum durum*) variété Semito, et le blé tendre (*Triticum aestivum*) variété Ain-Abid)

III-1-1-Comparaison du taux de nécrose entre le blé tendre (*Triticum aestivum*) variété Ain-Abid, et le blé dur (*Triticum durum*) variété Semito.

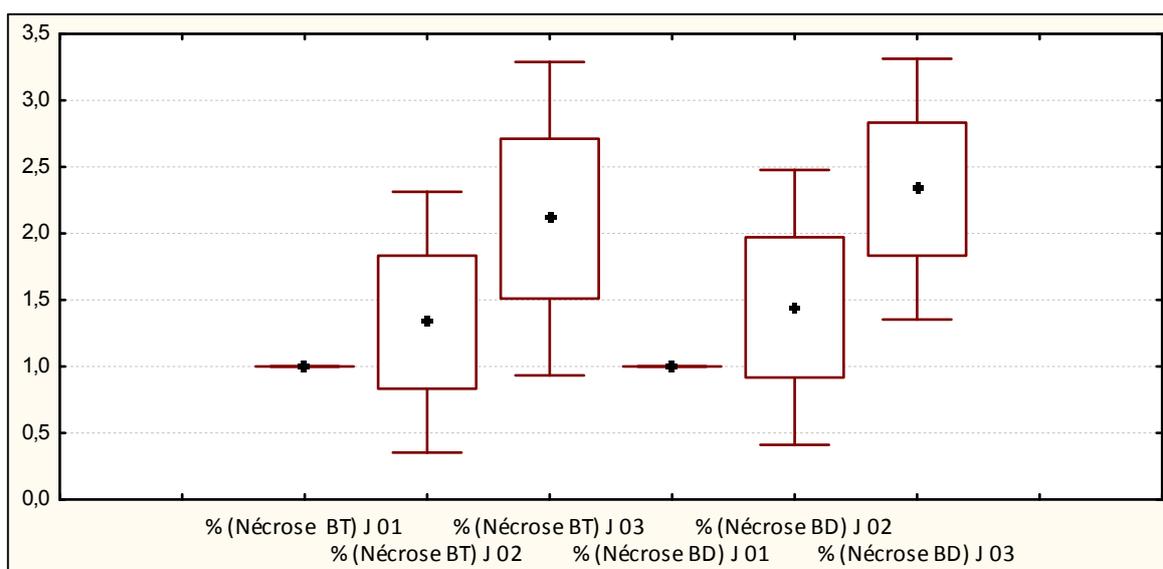


Figure N°12 : Comparaison des dégâts foliaires entre le blé dur et le blé tendre pendant 03 jours de test d'exposition.

L'examen de la figure N°12 : Permet de nous faire une description détaillée de la variabilité des réponses entre les (02) génotypes de Blé : Le blé tendre (*Triticum aestivum*) variété Ain-Abid, et le blé dur (*Triticum durum*) variété Semito.

A-Pour le 1^{er} jour du 16/06/2019

Une moyenne de (01,00 %) de dégât foliaire est observée pour le blé tendre (*Triticum aestivum*) variété Ain- Abid, avec la même moyenne de nécrose pour le blé dur (*Triticum durum*) variété Semito.

B-Pour le 2^{eme} jour du 17/06/2019

Les réponses sont de moyennes de (01.33±0.50 %) de dégât foliaire, pour le blé tendre ; Mais avec une moyenne inferieure de (01,44±0,52 %) pour la variété blé dur.

C-Pour le 3^{ème} jour du 18/06/2019

Une moyenne de $(02,11 \pm 0,60 \%)$ de dégât foliaire est observée pour la variété blé tendre, et une moyenne de nécrose de $(02,33 \pm 0,50\%)$ pour la variété blé dur.

III-1-2-Comparaison du nombre de feuilles totales du blé tendre (*Triticum aestivum*) variété Ain-Abid, et le blé dur (*Triticum durum*) variété Semito.

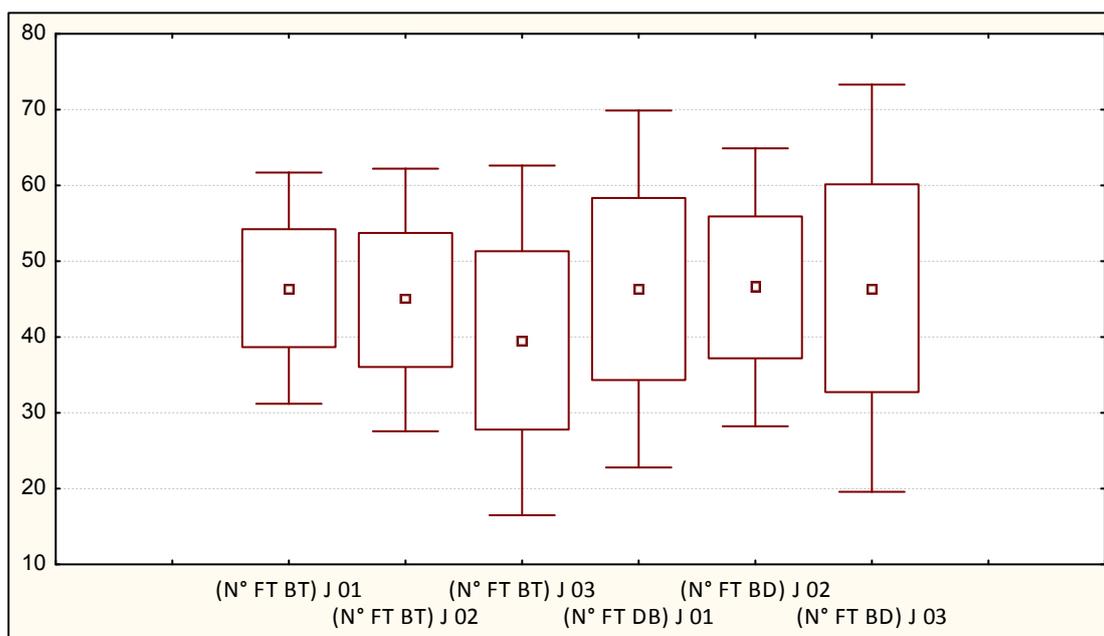


Figure N°13 : Comparaison des nombre des feuilles totales entre le blé dur et le blé tendre pendant 03 jours de test d'exposition.

L'analyse de la figure N°13 : Montre une variabilité nettement stable des réponses entre les (02) géotypes de blé : Le blé tendre (*Triticum aestivum*) variété Ain-Abid, et le blé dur (*Triticum durum*) variété Semito.

Une moyenne de (43,62 feuille) de nombre de feuilles globales pour la variété de blé tendre, et blé dur se qui confirme un nombre de feuilles de même niveau de développement.

III-1-3-Comparaison des pourcentages des feuilles nécrosées entre le blé tendre (*Triticum aestivum*) variété Ain-Abid, et le blé dur (*Triticum durum*) variété Semito.

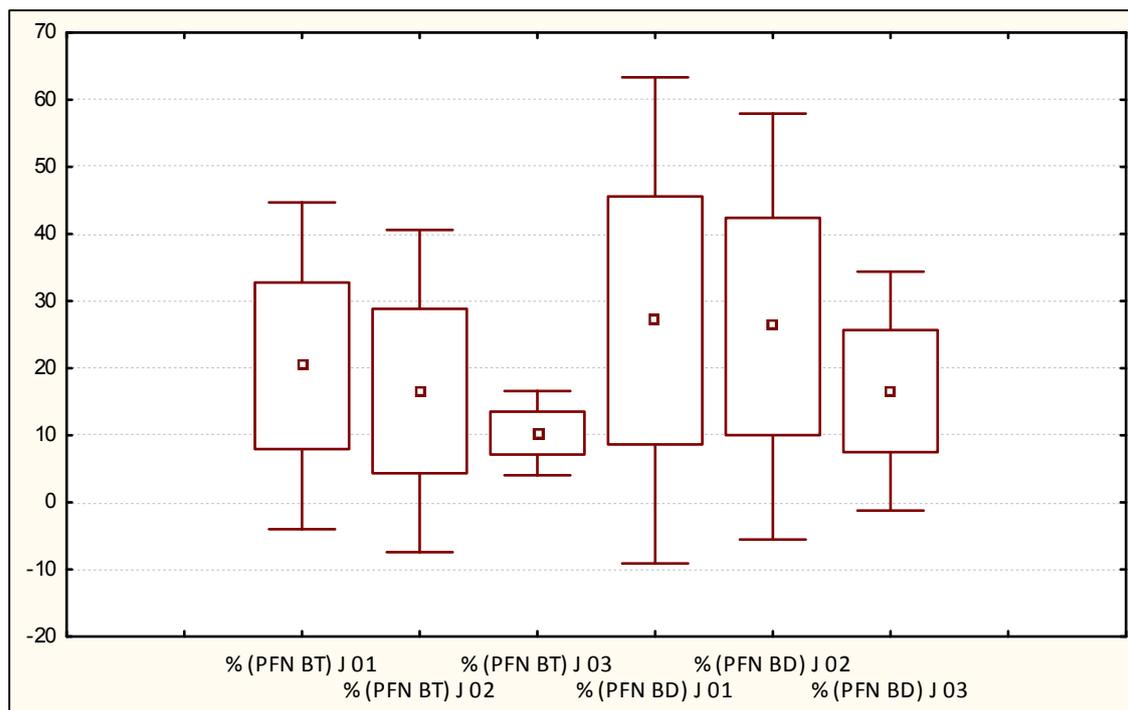


Figure N°14 : Comparaison des pourcentages des feuilles nécrosées entre le blé dur et le blé tendre pendant (03) jours de test d'exposition.

La figure N°14 : Présente une oscillation des réponses entre les (02) génotypes de blé tendre (*Triticum aestivum*) variété Ain-Abid, et le blé dur (*Triticum durum*) variété Semito ;

L'évolution des moyennes des pourcentages des nécroses pour le blé tendre à l'air libre avec les moyennes de : $(20,35 \pm 12,41 \%)$, $(16,58 \pm 12,24\%)$ et $(10,31 \pm 3,19\%)$, montre une régression significative à cause de la chute foliaire marquée dans le 03^{ème} jour d'exposition.

Les mêmes observations pour la variété du Blé dur, durant cette manipe, avec les valeurs suivant : $(27,11 \pm 18,48 \%)$, $(26,20 \pm 16,19\%)$ et $(16,57 \pm 9,08\%)$.

On peut conclure que la variété Blé dur est plus sensible que la variété Blé tendre de points de vue perte du système végétatif.

III-1-4-Comparaison de la conductance stomatique entre le blé tendre (*Triticum aestivum*) variété Ain-Abid, et le blé dur (*Triticum durum*) variété Semito.

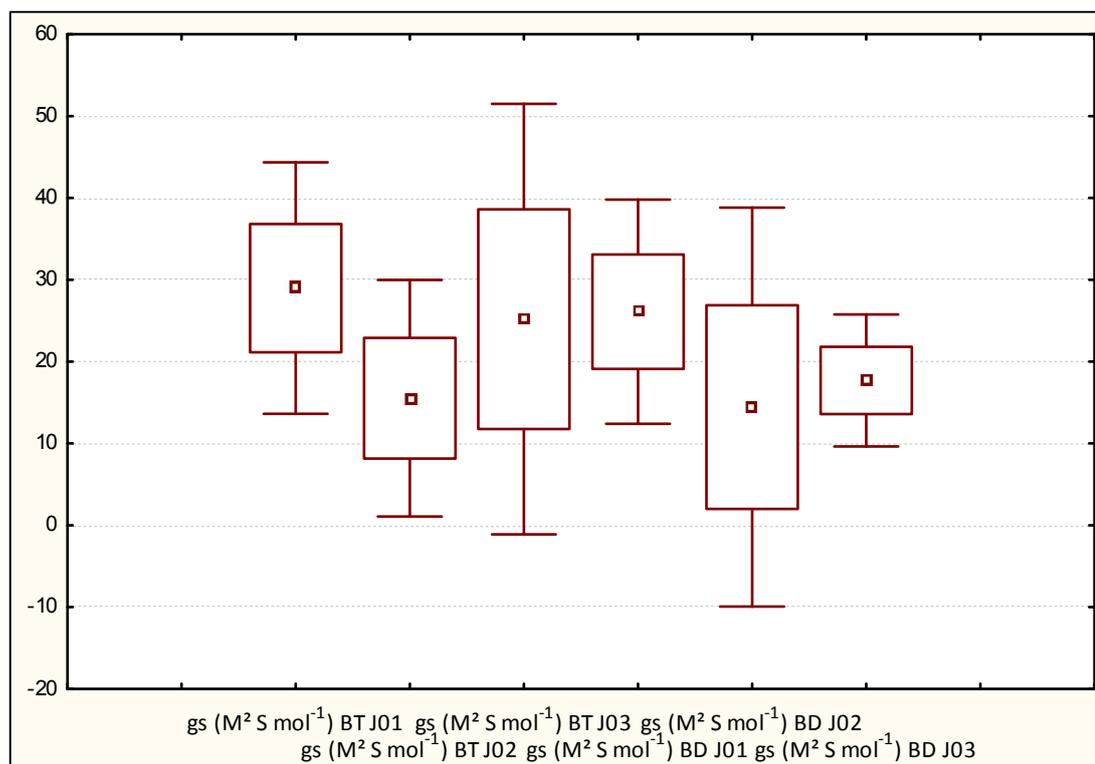


Figure N°15 : Comparaison de la conductance stomatique entre le blé dur et le blé tendre pendant 03 jours d'exposition.

L'examen de la figure N°15 : L'expérience de la variabilité des réponses entre les (02) génotypes de blé : Blé tendre (*Triticum aestivum*) variété Ain-Abid, et le blé dur (*Triticum durum*) variété Semito ; Expliqué par les résultats suivants :

Une moyenne de gs ($28,98 \pm 07,83 \text{ M}^2 \text{ S mol}^{-1}$), ($15,52 \pm 7,37 \text{ M}^2 \text{ S mol}^{-1}$), ($25,18 \pm 13,42 \text{ M}^2 \text{ S mol}^{-1}$), ($26,10 \pm 06,98 \text{ M}^2 \text{ S mol}^{-1}$), est calculée pour la variété blé tendre durant trois jours ;

Tandis que pour la variété Blé dur d'une gs ($26,10 \pm 06,98 \text{ M}^2 \text{ S mol}^{-1}$), ($14,44 \pm 12,43 \text{ M}^2 \text{ S mol}^{-1}$), ($17,69 \pm 04,11 \text{ M}^2 \text{ S mol}^{-1}$). Respectivement.

III-2-CORRELATION DE LA CONDUCTANCE STOMATIQUE COUPLEE AVEC LE TAUX DE L'OZONE EN FONCTION DU POIDS FRAIS ET LE POIDS SECHE (Entre le blé tendre (*Triticum aestivum*) variété Ain-Abid, et le blé dur (*Triticum durum*) variété Semito).

III-2-1-Cas du le blé dur (*Triticum durum*) variété Semito.

Tableau N°06 : Corrélation de la conductance stomatique couplée avec le taux de l'ozone en fonction du Poids frais et le poids sec.

	% PF/PS	Flux N°01 (gs*[O ₃]).	Flux N° 02 (gs*[O ₃]).	Flux N° 03 (gs*[O ₃]).
% PF/PS	1,00	0,42	0,23	0,70

L'examen de corrélation montré dans la figure N°16: et le tableau N°05; indiquant une relation entre le pourcentage du poids frais et du poids sec, comparé par le produit estimé par le flux ; Le flux N°03 est peut donnée une meilleur explication de la relation entre la conductance stomatique et le poids frais du système végétatif estimé par le coefficient de corrélation égale à ($R_2 = 0.70$), se qui explique une évolution positive et linéaire de l'absorption stomate dans le procès du développement du poids frais pour le système végétatif.

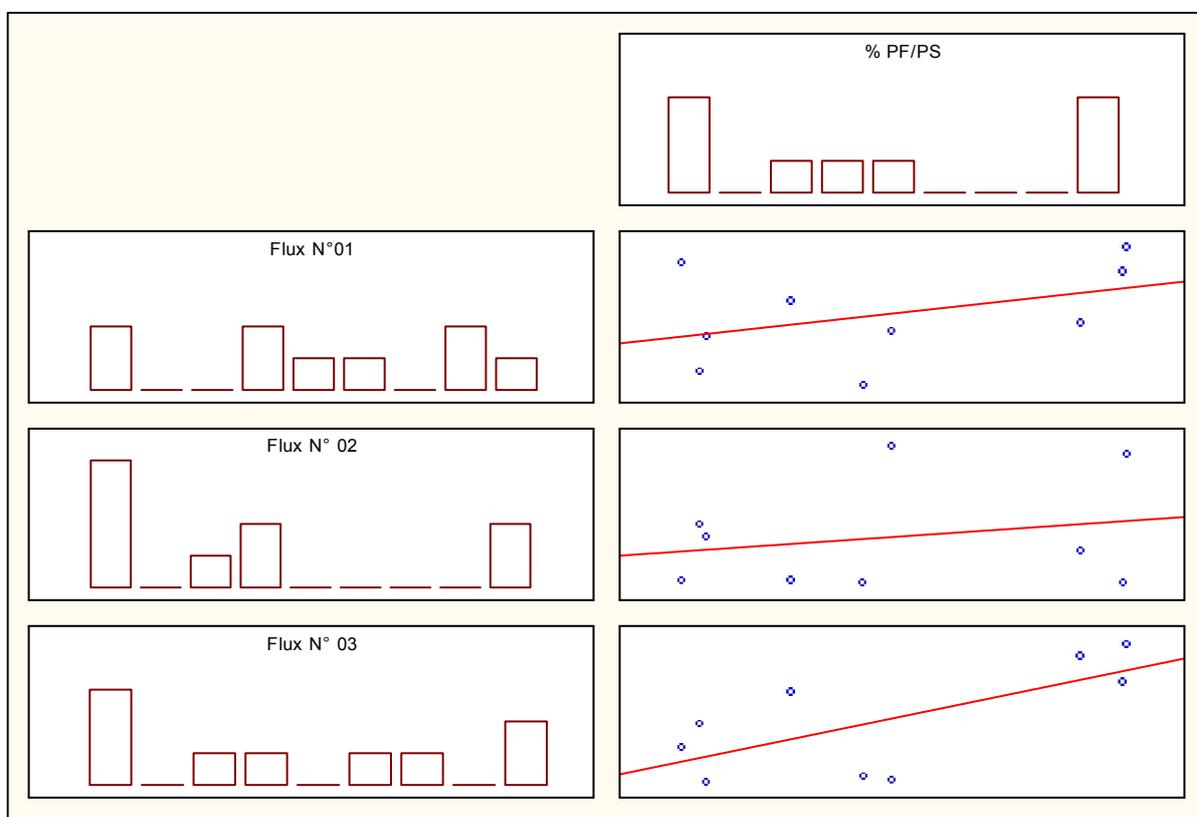


Figure N°16: Corrélation entre le pourcentage du poids frais et le poids sec avec le flux (gs*[O₃]) pour le blé dur (*Triticum durum*).

III-2-2-Cas du blé tendre (*Triticum aestivum*) variété Ain-Abid

Tableau N°07 : Corrélation de la conductance stomatique couplée avec le taux de l'ozone en fonction du Poids frais et le poids sec.

	% PF/PS	Flux N°01 (gs*[O ₃]).	Flux N° 02 (gs*[O ₃]).	Flux N° 03 (gs*[O ₃]).
% PF/PS	1,00	0,51	0,40	0,19

L'examen de corrélation présenté dans la figure N°17, et le tableau N°06 : Présentant une relation entre pourcentage du poids frais et du poids sec, comparé par le produit estimé par le flux calculé :

Le flux N°01, peut donner une meilleur corrélation de la relation entre la conductance stomatique et le poids frais du système végétatif estimé par le coefficient de corrélation positif légèrement significatif d'une valeur égale à ($R_2=0.51$), qui explique une évolution linéaire de l'absorption stomate dans le procès du développement du poids frais.

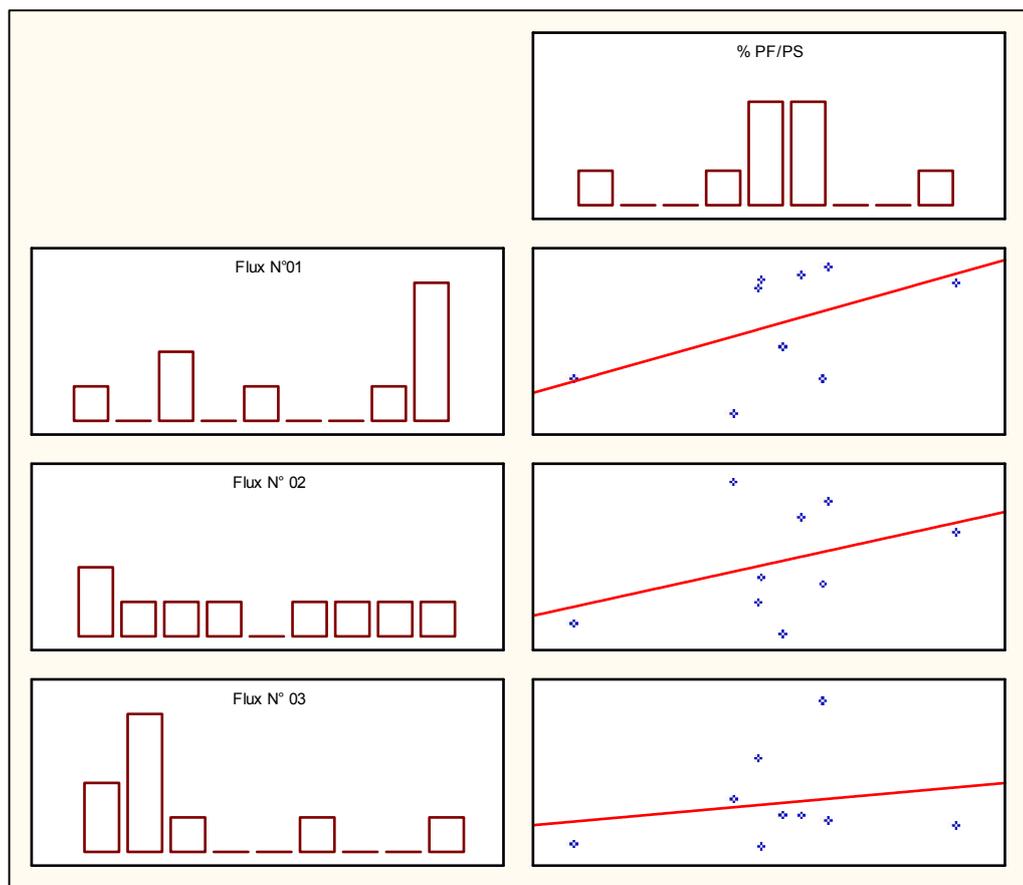


Figure N°17 : Corrélation entre le pourcentage du poids frais et poids sec et le flux (gs*[O₃]) et le Blé tendre (*Triticum aestivum*).

III-3-COMPARAISON DE LA SENSIBILITE (ENTRE LE BLE TENDRE (*Triticum aestivum*) VARIETE AIN-ABID, ET LE BLE DUR (*Triticum durum*) VARIETE SEMITO).

Tableau N°08 : Résumé de tous les paramètres liés à la sensibilité entre les deux génotypes de Blé ;

Paramètres de la plante	Unité	Blé Tendre (<i>Triticum aestivum</i>) Variété Ain-Abid	Blé Dur (<i>Triticum durum</i>) Variété Semito
Nombre des feuilles totales en moyen développement ;	N°	43,63	46,44
Dégâts foliaires ;	%	1,48	1,50
Conductance stomatique sous stress de l'ozone ;	M ² S mol ⁻¹	23,23	19,41
Pourcentage des feuilles nécrosées ;	%	20,12	26,92
Poids frais ;	g	14,81	13,27
Poids sec ;	g	2,19	1,12

L'examen du Tableau N°07 ; Explique une comparaison globale entre Blé tendre (*Triticum aestivum*) variété Ain-Abid, et le blé dur (*Triticum durum*) variété Semito.

- Pour le nombre des feuilles totales est semble avec le même niveau de développement végétatif (43,63 ≈ 46,44) ;
- Pour les dégâts foliaires une moyenne globale de taux de nécrose de même variation (1,48 ≈ 1,50%) ;
- Pour la conductance stomatique, On remarque une différence de réponses significative marqué par un taux de variation comme suis : (23,23 M²Smol⁻¹ > 19,41 M²Smol⁻¹), se qui explique que la variété blé tendre à réponse lente au contact de l'ozone troposphérique ;
- Pour le pourcentage des feuilles nécrosées, l'analyse de comparaison simple entre les deux variétés nettement inférieur entre le blé tendre que le blé dur (20,12% < 26,92%), se qui confirme nos résultats de sensibilité ;
- Pour le poids frais et le poids sec (14,81g, 13,27g), (02,19 g, 01,12 g). respectivement montres un taux supérieur du blé tendre que du blé dur ;

Conclusion

Générale

CONCLUSION GENERALE

Ce travail à étude l'objectif principale de l'impact de l'ozone troposphérique sur les deux variétés de blé : (Le blé dur (*Triticum durum*) variété Semito, et le blé tendre (*Triticum aestivum*) variété Ain-Abid), pour une durée d'expositions de trois 03 jours donc :

On observe les résultats suivants :

Pour les deux variétés sont sensibles à l'ozone mais le blé dur est semble le plus sensible à ce polluant, cette sensibilité est représenté par l'abaissement du rendement et la perturbation des paramètres physiologique de la plante étudié ; les résultats obtenue sont comme suivants :

- Pour les dégâts foliaires une moyenne globale de taux de nécrose de même variation (1,48~01,50%).
- Pour la conductance stomatique, On remarque une différence de réponses significative marqué par un taux de variation de : (23,23 M²Smol⁻¹ > 19,41 M²Smol⁻¹).
- Pour le poids frais et le poids sec (14,81g, 13,27g), (02,19 g, 01,12 g). respectivement.

D'après ce travail nous remarquons que l'Ozone aussi agit directement le plan écophysiological des plantes à grandes cultures.

Cette étude confirme la nécessité de maîtriser 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

REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUES

- 1-ASPA,2001 (Association pour la surveillance et l'étude de la pollution atmosphérique en Alsace), 2001. Etude diagnostique sur l'évaluation de la pollution par les particules fines et leurs constituants, intégrant les méthodes de bio-indication et de bio-accumulation en Alsace.
 - 2- (Andreae, 1991;Fishman et al, 1991).Andreae, M. O., 1991, Biomassburning: its history, use, and distribution and its impact on environmental quality and global climate, in J. S. Levine (ed.),*Global Biomass Burning*, The MIT Press, Cambridge, pp. 3–21.
 - 3-(Ashmore, 2005).Ashmore, M. R. (2005). Assessing the future global impacts of ozone on vegetation. *Plant, Cell & Environment*, (8): 949-964.
 - 4-Black, V. J., Black, C. R., Roberts, J. A. & Stewart, C. A. (2000). Tansley Review No. 115. Impact of ozone on the reproductive development of plants. *New Phytologist*, (3): 421-447.
 - 5-Breton Picquenard 1900 la végétation de la Bretagne étudiée dans ces rapports avec l'atmosphère et avec le sol 1900.
 - 6-BOULKABOUL. A, 2003. Parasitisme des tiques (Ixodidae) des bovins à Tiaret, Algérie.
 - 7-(Bagard, 2008).Impact de l'ozone sur les processus photosynthétiques et photorespiratoires du peuplier (*Populus x canescens* [Aiton] Sm.) au cours du développement foliaire
 - 8-(Citepa, 2003). Première édition du rapport OMINEA (Organisation et méthodes des inventaires nationaux des émissions atmosphériques).
 - 9-Castell JF, 2000)-juin détection de l'ozone troposphérique au moyen de bio-indicateurs végétaux.
 - 10-Conventions de Sofia 1988 et Genève 1991. Protocole de Sofia (adoption 1er novembre 1988 – entrée en vigueur 14 février 1991 – ratification France 20 juillet 1989) – Convention sur la pollution atmosphérique transfrontière à longue distance. Rapport 1991.
 - 11-Castagna et Ranieri, 2009. Détoxification and repair process of ozone injury :from ozone uptake to gene expression adjustment environ pollut 157.1461-1469.
 - 12- CITEPA (Centre Interprofessionnel Technique d'Etudes de la Pollution Atmosphérique), 2001. La pollution atmosphérique en bref. Différentes échelles de pollution.
 - 13- Ata Allah DGHIM ; 2012 Régulation du métabolisme carboné sous ozone: rôles de la Phosphoenol pyruvate carboxylase(PEPC) et des enzymes NADP-dépendantes.
 - 14-DRAG, 2017 : Direction de la réglementation des affaires générale.
-

- 15-** El yamani M. (2006); Pollution atmosphérique urbaine (Environnement et milieu)' AFSSET, Juin 2006;
- 16-**Fiscus, E. L., Booker, F. L. &Burkey, K. O. (2005). Cropresponses to ozone: uptake, modes of action, carbon assimilation and partitioning. *Plant, Cell& Environment*,8 (8): 997-1011
- 17-**Forster (2007). *Climate Change 2007 : The Physical Science Basis : Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* .Cambridge University Press, Cambridge ; New York
- 18-**Fuhrer, J. (2003). Agroecosystem esponses to combinations of elevated CO₂, ozone, and global climate change. *Agriculture, Ecosystems& Environment*,97(1-3): 1-20
- Fiscus, E. L., Reid, C. D., Miller, J. E. & Heagle, A. S. (1997). Elevated CO₂ reduces O₃-induced yield losses in soybeans: possible implications for elevated CO₂ studies. *Journal of Experimental Botany*,48 (307): 307-313
- 19-**Grewe V (2005) The origin of ozone. *AtmosChemPhys Discuss* 5:9641–9668
- 20-**Gomi et al 2005 gMarten H, Hyun T, Gomi K, Seo S, Hedrich R, Roelfsema MR. Silencing of *Nt*MPK4 impairs CO₂-induced stomatal closure, activation of anion channels and cytosolic Ca²⁺ signals in *Nicotiana tabacum* guard cells. *Plant J.* 2008;55:698–708.
- 21-**(Hans et Bruckmann, 2004) Hans-Ulrich Pfeffer et Peter Bruckmann, 2004. La lutte contre la pollution l'environnement surveillance de la qualité de l'airencyclopédie de sécurité et de santé au travail.
- 22-**Haagen-Smit, A. J., Darley, E. F., Zaitlin, M., Hull, H. & Noble, W. (1952). Investigation on Injury to Plants from Air Pollution in the Los Angeles Area. *Plant Physiology*,27 (1): 18-34.
- 23-**(Jacobson et Weistein, 1977 in OMS 1985) Sampling and analysis of fluoride : methods for ambient air plant and animal tissues ,water soil and foods. Ed: Med n°19, 79-87 p
- 24-**(Jenkin and Clemitshaw, 2002) Chapter 11 Ozone and other secondary photochemical pollutants: chemical processes governing their formation in the planetary boundary layer. *Dev Environ Sci* 1: 285–338
- 25-** (Jacob et al, 1996). Jacob, J. P. ; Mitaru, B. N. ; Mbugua, P. M. ; Blair, R., 1996. The feeding value of Kenyan sorghum, sun flower seed cake and sesame seed cake for broilers and layers. *Anim. FeedSci. Technol.*, 61: 41-56
- 26-**Kampa M, Castanas E (2008) Human Heath effets of air pollution. *Environ Pollue* 151: 362–7
- 27-**Lieutaghi P, 1972. L'environnement végétal flore végétation et civilisation 317 p
-

REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE

- 28-**Lehnherr, B., Grandjean, A., Machler, F. & Fuhrer, J. (1987). The effect of ozone in ambient air on ribulose biphosphate carboxylase/oxygenase activity decreases photosynthesis and grain yield in wheat. *Journal of Plant Physiology*, 130: 189–200.
- 29-**(Mills et al, 2007 et ICP Végétation, 2011 ; Ulrich et al. 2006). Mills G, Buse A, Gimeno B, Bermejo V, Holland M, Emberson L, P.H., 2007. A synthesis of AOT40-based response functions and critical levels of ozone for agricultural and horticultural crops. *Atmospheric Environment* 41, 2630–2643.
- 30-**MÉGIE, G. (1992), Stratosphère et couche d’ozone, Masson, Cahiers des Sciences de l’Univers, 140 p
- 31-**Marenco A. The tropospheric ozone evolution during the XX the century. Lettre du Programme International Géosphère Biosphère-Programme Mondial de Recherches sur le Climat (PIGB-PMRC) (1994) n°1:10
- 32-**Ojenperä, K. Pätsikkä, E. & Ylärinta, T. (1998). Effects of low ozone exposure of spring wheat on net CO₂ uptake, Rubisco, leaf senescence and grain filling. *New Phytologist*, 138: 451-46
- 33-**(ONS 1998 cité in Boukaboul ; 2005). office national des statistiques ,2008. documents de synthèse.
- 34-**Ponche, J.L, 2003. Modélisation de la qualité de l’air troposphérique : cinétiques de transferts hétérogènes, inventaires spatialisés d’émissions atmosphériques et modélisation à méso-échelle. Mémoire d’Habilitation à Diriger des Recherches. Université Louis Pasteur de Strasbourg.
- 35-**(Pleijel et al, 2007) Pleijel, H., Danielsson, H., Emberson, L., Ashmore, M. R. & Mills, G. (2007). Ozone risk assessment for agricultural crops in Europe: Further development of stomatal flux and flux-response relationships for European wheat and potato. *Atmosphérique Environnement* ;(14): 3022-3040.
- 36-**Ramade F, 1982. Elément d’écologie appliquée. Editions Mc Graw-Hill : 452p
- 37-**Stéphanie, 2001). Stéphanie Lacour, 2001. Cours de pollution atmosphérique Ecole Nationale des Ponts et Chaussées. Centre d’Enseignement et de Recherche sur l’Environnement Atmosphérique France.
- 38-**Tutiempo, 2019 Tutiempo ; 2019 : <https://fr.tutiempo.net/climat/algerie.html>
- 39-**(Vingarzan, 2004). Vingarzan R(2004) A review of surface ozone background levels and trends. *Atmos Environ* 38: 3431–3442
-

Résumé

Ce travail a étudié l'objectif principal de l'impact de l'ozone troposphérique sur les deux variétés de blé : (Le blé dur (*Triticum durum*) variété Semito, et le blé tendre (*Triticum aestivum*) variété Ain-Abid), pour une durée d'expositions de trois 03 jours donc :

On observe les résultats suivants :

Pour les deux variétés sont sensibles à l'ozone mais le blé dur est semblable le plus sensible à ce polluant, cette sensibilité est représentée par l'abaissement du rendement et la perturbation des paramètres physiologiques de la plante étudiée ; les résultats obtenus sont comme suivants :

- Pour les dégâts foliaires une moyenne globale de taux de nécrose de même variation (1,48≈01,50%).
- Pour la conductance stomatique, On remarque une différence de réponses significative marquée par un taux de variation de : (23,23 M²Smol⁻¹ > 19,41 M²Smol⁻¹).
- Pour le poids frais et le poids sec (14,81g, 13,27g), (02,19 g, 01,12 g). respectivement.

Mots Clés

Ozone ; Blé dur, Blé tendre ; Pollution ; Rendement ; Nécrose.

ملخص :

تهدف هذه الدراسة إلى دراسة تأثير الأوزون الخاص بطبقة التروبوسفير على كل من صنف القمح الصلب فئة (السيميتو) والقمح اللين (عين عبيد) معرضة للعوامل الخارجية لمدة 03 أيام كلا النوعين من أصناف القمح هي حساسة للأوزون كملوث حيث أنه القمح الصلب أكثر حساسية .

ترتكز هذه الحساسية على انخفاض الانتاجية وتذبذب العوامل الفيزيولوجية لهذا الأخير

النتائج المحصل عليها هي كالآتي :

بالنسبة للتلف الورقي بما يعادل $19.41 < 23.23 \text{ M}^2\text{S mol}^{-1}$

بالنسبة لناقلية الثغور وبمعامل تغير يقارب $1.48 \approx 1.50\%$

وبالنسبة للوزن الكلي الأخضر والوزن الصافي بدون ماء بما يعادل القيمة (g 14.81 , g 13.27)

الكلمات المفتاحية :

الأوزون ، القمح الصلب ، القمح اللين ، التلوث ، الإنتاج ، التلف .