

République Algérienne Démocratique et Populaire  
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
جامعة أبو بكر بلقايد - تلمسان  
Université ABOUBEKR BELKAID – TLEMEN  
كلية علوم الطبيعة والحياة، وعلوم الارض والكون  
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, et Sciences de la Terre et de  
l'Univers  
Département Sciences de la Nature et de la Vie



## MEMOIRE

Présenté par :  
**NAFIL Meriem**

En vue de l'obtention du **Diplôme de MASTER**

**En** : Agronomie  
**Spécialité** : Protection des végétaux

### Sujet

**L'effet de croissance du bio stimulant « FERTIACTYL GZ B » sur la variété Hiddab (HD 1220) dans la wilaya de Tlemcen.**

Soutenu publiquement, le 24 / 06 / 2024 , devant le jury composé de :

Qualité	Nom	Grade	Université
<b>Président :</b>	LAKEHAL Sarra	MCB	Université de Tlemcen
<b>Encadrant :</b>	BELLATRECHE Amina	MCA	Université de Tlemcen
<b>Examineur :</b>	KADOUR AMMAR Houcine	MAA	Université de Tlemcen

**Année universitaire 2023/2024**

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

( قَالُوا سُبْحَانَكَ لَا عِلْمَ لَنَا إِلَّا مَا عَلَّمْتَنَا إِنَّكَ أَنْتَ الْعَلِيمُ الْحَكِيمُ )

[ البقرة : 32 ]

# Remerciements

Je remercie tout d'abord Allah de m'avoir donné la force et la volonté nécessaires pour mener à bien ce travail.

J'adresse mes plus vifs remerciements à mon encadrant, madame **BELLATRECHEAmina**, pour son accompagnement, ses conseils avisés, sa patience et ses relectures tout au long de ma recherche. Son grand intérêt et son soutien constant ont été inestimables pour la réalisation de ce travail.

Remerciement a Mr MERABET qui m'a guidé et m'a beaucoup aidé.

Ma gratitude et ma vive reconnaissance vont également à l'ensemble des vendeurs et agriculteurs de la région étudiée, pour leur précieuse collaboration qui a grandement facilité ma recherche.

Je désire aussi remercier les membres de jury d'avoir accepté évaluer mon travail.

# *Dédicace*

Je remercie dieu de m'avoir donné le courage pour accomplir ce modeste travail que je dédie :

A mes très chers parents qui sont la bougie qui illumine ma vie **Mnawr** et **Fatima** pour leur

Soutien et encouragement qui m'ont prodigué tout au long de ma scolarité et mon parcours

Universitaire.

A mes chères sœurs : **Salima, Nadjet** source d'amour Et leurs maris **Djalal et Sliman**

A mes chères frères: **Hicham** et ta femme **Faiza** aussi mon frère **Djamal**

A mes loulous : **Roua, Ashraf Islam, Ishaq**

À mon fiancé **Samir**.

A mon chat que j'aime beaucoup **Rico**.

A ma chère tante **Fatma**, que Dieu prolonge sa vie et à sa fille **Aisha**.



## **Résumé**

Les céréales jouent un rôle élémentaire dans l'alimentation humaine et animale, le blé notamment est un aliment de base dans de nombreux pays. Malheureusement cette culture est soumise à différents stress abiotiques qui peuvent entraîner une instabilité dans la production.

En Algérie, la culture du blé est prédominante malgré les défis climatiques. L'étude examine l'impact du biostimulant FERTIACYL GZ B sur la variété de blé Hiddab (HD 1220) dans des conditions de sol difficiles à Tlemcen. Cinquante graines de cette variété ont été semées dans 60 pots. Dans trente pots on a utilisé le Biostimulant et les trente pots qui restent sans biostimulants.

Les résultats montrent une amélioration notable sur la croissance, le rendement et la qualité des cultures grâce à une meilleure absorption des nutriments et une tolérance accrue aux stress abiotiques. L'adoption de biostimulants est recommandée pour une agriculture durable.

**Mots clé :** Biostimulants, blé tendre, variété Hiddab, ferme pilote Hamadouche.

## **Abstract**

Cereals play an elementary role in human and animal nutrition; wheat in particular is a staple food in many countries. Unfortunately this crop is subject to various abiotic stresses which can lead to instability in production.

In Algeria, wheat cultivation is predominant despite climatic challenges. The study examines the impact of the biostimulant FERTIACYL GZ B on the wheat variety Hiddab (HD 1220) in difficult soil conditions in Tlemcen. Fifty seeds of this variety are sown in 60 pots. In thirty pots Biostimulants we used and the remaining thirty pots without biostimulants.

The results show a notable improvement in the growth, yield and quality of crops thanks to better absorption of nutrients and increased tolerance to abiotic stresses. The adoption of biostimulants is recommended for sustainable agriculture.

**Key words:** Biostimulants, soft wheat, Hiddab variety, Hamadouche.

## ملخص

تلعب الحبوب دوراً أساسياً في تغذية الإنسان والحيوان، ويعتبر القمح على وجه الخصوص غذاءً أساسياً في العديد من البلدان. لسوء الحظ، يتعرض هذا المحصول لمختلف الضغوطات اللاأحيائية التي يمكن أن تؤدي إلى عدم استقرار الإنتاج.

في الجزائر، تعتبر زراعة القمح هي السائدة على الرغم من التحديات المناخية. تتناول هذه الدراسة تأثير المنشط الحيوي FERTIACTYL GZ B على صنف القمح الحداب (HD 1220) في ظروف التربة الصعبة بولاية تلمسان حيث يتم زرع خمسين بذرة من هذا الصنف في 60 أصيصاً. في ثلاثين وعاءً يحتوي على المنشطات الحيوية استخدمنا والثلاثين وعاءً المتبقي بدون المنشطات الحيوية. تظهر النتائج تحسناً ملحوظاً في نمو وإنتاجية ونوعية المحاصيل بفضل تحسين امتصاص العناصر الغذائية وزيادة القدرة على تحمل الضغوط اللاأحيائية. يوصى باعتماد المنشطات الحيوية من أجل الزراعة المستدامة.

**الكلمات المفتاحية:** المنشطات الحيوية، القمح الطري، صنف الحداب، حمادوش.

## Liste des tableaux

Tableau 1: les dates d'irrigation .....	31
Tableau 2: Résultat des analyses du sol. ....	34
Tableau 3: Calcul de la fumure (P. K).....	35

## Liste des figures

Figure 1 : Description de la plante de blé (Web ,01). .....	7
Figure 2: Symptômes de rouille (Web, 05). .....	10
Figure 3: Symptômes de septeriose. (CECAMA, 2016). .....	11
Figure 4: Fusariose de blé. (Web, 07). .....	12
Figure 5: Cartographie des principales terminologies identifiées pour les produits de stimulation des plantes (FAESSEL et al, 2014). .....	14
Figure 6: Observation sur les différentes parties d'une plante après l'application de biostimulants. (POVERO et al, 2016). .....	15
Figure 7: Schéma simplifié de la stratégie de stimulation des défenses (Lemaître-Guillier et al, 2017). .....	19
Figure 8: Aperçu du dispositif expérimental. ....	28
Figure 9 : Le biostumilants utilisé (photo original). .....	30
Figure 10 : serre de notre expérimentation (photo originale). .....	30
Figure 11: mesuré de 50ml de biostimulants (photo originale). .....	32
Figure 12: 1 litre de mélange ( bio stumilant + l eau) (photo originale). .....	32
Figure 13 : Résultat avec bio stimulants. (photo originale). .....	36
Figure 14: Résultat sans biostimulants. (Photo originale). .....	37

## Tables de matières

<i>Remerciements</i> .....	III
<i>Dedace</i> .....	IV
Résumé .....	V
Liste des tableaux .....	VII
Liste des figures.....	VIII
Tables de matières .....	IX
Introduction .....	1
Chapitre 01. Généralités sur le blé tendre .....	4
1. Origine et répartition géographique du blé tendre.....	5
2. Classification de Blé tendre.....	5
3. Description de la plante .....	6
4. Importance économique du blé tendre .....	7
4.1. Dans le monde .....	7
4.2. En Algérie.....	8
5. Les exigences de blé .....	8
5.1. Température.....	8
5.2. L'eau.....	9
5.3. Lumière .....	9
5.4. Sol.....	9
6. Utilisation de blé tendre .....	9
7. Les maladies de blé tendre .....	10
7.1. Les rouilles (rouille brune et rouille jaune) .....	10
7.2. Septoriose .....	11
7.3. Carie .....	11
7.4. Fusariose.....	12
Chapitre 2.Généralité sur le Bio stimulant .....	13
1. Définition.....	14
2. Rôle des biostimulants.....	14
3. Les Stimulateurs de la défense naturelle des Plantes (SDN/SDP) .....	15
3.1. SDN (Stimulateurs des Défenses Naturelles des plantes) : .....	15
3.2. SDP (Stimulateurs de Défense des Plantes) : .....	15
3.3. Rôle des SDN/SDP.....	16
3.4. Origine et nature des SDP .....	16
4. Classification du bio stimulant .....	16

4.1. Bio stimulant organique .....	16
4.2. Bio stimulant microbien .....	16
4.3. Bio stimulant inorganique .....	16
5. Le mode d'action du bio stimulant.....	17
6. Stimulants de défense des plantes (SDP) .....	18
7. Substances à effet de bio stimulant .....	19
7.1. Acides Aminés .....	19
7.2. Extraits d'Algues .....	19
7.3. Acides Humiques .....	20
7.4. Bactéries .....	20
7.5. Champignons.....	20
8. Utilisation du bio stimulant .....	20
8.1. Utilisation du bio stimulant en monde .....	20
8.2. Utilisation des bios stimulants en Algérie .....	21
Étude de milieu.....	22
I. Présentation de la zone d'étude.....	23
I.1. Présentation de la wilaya de Tlemcen.....	23
1.1.1. Reliefs.....	23
1.1.2. Géologie .....	23
<b>1.1.3.</b> Pédologie .....	24
<b>.1.1.4.</b> Hydrologie.....	25
1.2. Le climat de la région .....	25
1.3. Production végétale .....	25
1.4. Présentation de la ferme pilote HAMADOUCHE (Saf- saf) .....	26
1.4.1. Description du milieu physique de la ferme.....	26
Matériel et méthodes .....	27
Matériel et méthodes .....	27
3. Matériels utilisés.....	29
4.2 Irrigation .....	31
4.3 Application du biostumilants.....	31
Résultat et discussion .....	33
Résultat.....	34
Interprétation .....	37
Discussion .....	39
Conclusion.....	41
Référence bibliographique .....	44

# **Introduction**

Les céréales jouent un rôle élémentaire dans l'alimentation humaine et animale, représentant une part substantielle des ressources alimentaires mondiales (**Karakas et al., 2011**). Le blé est parmi les céréales qui occupent actuellement la première position en termes de production mondiale, avec environ 40 % de cette production, et il revêt une importance majeure sur le plan nutritionnel et économique (**Inra, 2016**).

En Algérie, la culture des céréales, en particulier du blé, est une activité agricole prédominante (**Laala et al, 2009**). Cette culture est largement pratiquée dans les zones arides et semi-arides, avec une superficie annuelle cultivée d'environ 3,3 millions d'hectares.

Cependant, la production de céréales, en particulier celle du blé tendre, est sujette à des importantes variations en Algérie et dans le monde entier. Ces variations sont souvent attribuables à des stress abiotiques, notamment la sécheresse, qui peuvent entraîner une instabilité dans la production en raison des fluctuations affectant ces cultures (**Boufenar et Yalloui, 2006**).

Dans le domaine de l'agriculture, en plus des fongicides, herbicides et insecticides, divers produits considérés comme des stimulants de croissance des plantes sont largement utilisés. Dans les pratiques agricoles modernes, l'utilisation de bio-stimulateurs et de régulateurs de croissance devient de plus en plus importante. Ce groupe relativement nouveau de produits vise à maximiser à la fois le rendement et la qualité des cultures (**Du Jardin, 2015**).

Les biostimulants sont capables d'augmenter l'efficacité d'utilisation des nutriments par les plantes et leur tolérance aux stress abiotiques et biotiques.

De plus, ces produits sont considérés comme sûrs pour l'environnement et contribuent à des pratiques agricoles durables et à une production agricole élevée. Parmi les types de biostimulants, on retrouve les préparations à base d'acides aminés (**Nardi et al, 2016**).

L'objectif de cette étude est d'évaluer l'impact d'un biostimulant sur la variété Hiddab (HD 1220) dans la région de Tlemcen. Le manuscrit est organisé en plusieurs parties :

Dans la première partie une synthèse bibliographique composée de deux chapitres, le premier renferme des généralités, des descriptions du blé tendre et biostimulants le deuxième chapitre consiste a une étude du milieu d'étude.

La deuxième partie, est consacrée à l'étude de la partie matérielle et méthodes.

La dernière partie concerne les résultats obtenus.

Nous discutons les effets du biostimulant FERTIACTYL GZ B sur la croissance, le rendement et la qualité de la variété Hiddab.

# **Chapitre 01. Généralités sur le blé tendre**

### 1. Origine et répartition géographique du blé tendre

Le blé tendre, originaire du corridor s'étendant de l'Arménie en Transcaucasie jusqu'aux régions côtières du sud-ouest de la mer Caspienne en Iran, est le résultat de croisements entre une espèce sauvage d'*Aegilops* et l'amidonnier, une ancienne variété de blé cultivé. Son émergence par rapport à l'épeautre reste ambiguë, bien que des découvertes archéologiques datant du cinquième millénaire avant J-C dans des régions telles que le Caucase, le plateau anatolien, l'Europe centrale et l'Asie centrale soient attribuées au blé tendre. Doté du génome D, le blé tendre a pu s'adapter aux hivers froids et étendre son influence en Eurasie tempérée, tandis que l'amidonnier et le blé dur dominaient la région méditerranéenne. Son introduction en Afrique, notamment dans les régions tropicales, s'est réalisée grâce aux échanges entre négociants arabes, missionnaires et colons, bien que la chronologie précise de son arrivée en Éthiopie reste floue. Cultivé aujourd'hui dans pratiquement toutes les régions du globe, le blé tendre est particulièrement répandu en Afrique tropicale, avec des productions notables au Nigeria, au Soudan, en Éthiopie, au Kenya, en Tanzanie, en Zambie et au Zimbabwe. (Titouan, 2016).

### 2. Classification de Blé tendre

Le genre *Triticum* est classé dans la tribu des triticeés, faisant partie de la famille des poacées, qui sont des plantes monocotylédones angiospermes. Les espèces de ce genre sont des herbes annuelles avec des feuilles alternes et une croissance définie. Le cycle de vie du blé comprend une phase végétative durant laquelle les racines, les feuilles et les tiges se développent, suivie d'une phase reproductive caractérisée par la formation des épis, des fleurs et le remplissage des graines. (Feillet, 2000).

Sa classification botanique :

- **Règne :** Plantae
- **Division :** Magnoliophyta (angiospermes)
- **Classe :** Liliopsida (monocotylédones)
- **Sous-classe :** Commelinidae
- **Ordre :** Poales
- **Famille :** Poaceae ( Ex Gramineae)
- **Sous-famille :** Triticeae
- **Tribu :** Triticeae
- **Sous-tribu :** Triticinae
- **Genre :** *Triticum*
- **Espèce :** *Triticum aestivum* L

### 3. Description de la plante

Le blé tendre (*Triticum aestivum* L.) est une plante herbacée annuelle de la famille des Poaceae, précédemment connue sous le nom de graminées (**figure 01**) :

- ✓ **Racine** : Le système racinaire du blé tendre est fibreux et peu profond, s'étendant généralement sur les premiers centimètres du sol. Les racines absorbent l'eau et les nutriments essentiels à la croissance de la plante. (**Soltener, 1988**).
- ✓ **Tige** : La tige du blé tendre est creuse, cylindrique et dressée, avec des nœuds le long de sa longueur. Elle peut atteindre une hauteur variant de 50 cm à plus d'1 mètre, selon les conditions de culture et la variété. (**Feillet, 2000**).
- ✓ **Inflorescence** : Le blé tendre produit une inflorescence en forme d'épi, appelée épi, composée de plusieurs épillets serrés le long de l'axe central. Chaque épillet contient plusieurs fleurs. (**Vincent, 2014**).
- ✓ **Feuilles** : Les feuilles du blé tendre sont linéaires, allongées et étroites, avec des nervures parallèles caractéristiques des monocotylédones. Elles sont alternes le long de la tige et peuvent présenter une légère courbure. (**Mouille, 1971 in Brahim, 2017**).
- ✓ **Fleurs** : Les fleurs du blé tendre sont minuscules et discrètes, regroupées à l'intérieur des épillets. Elles sont généralement de couleur verte ou beige. Les fleurs mâles produisent le pollen, tandis que les fleurs femelles donnent naissance aux grains de blé. (**Mouille, 1971 in Brahim, 2017**).
- ✓ **Grains** : Les grains de blé tendre sont enveloppés dans des glumes et des glumelles, formant l'épi de blé caractéristique. Chaque grain est une caryopse contenant l'embryon de la future plante, entouré d'une couche de son et d'un tégument protecteur. (**Bogard, 2011**).

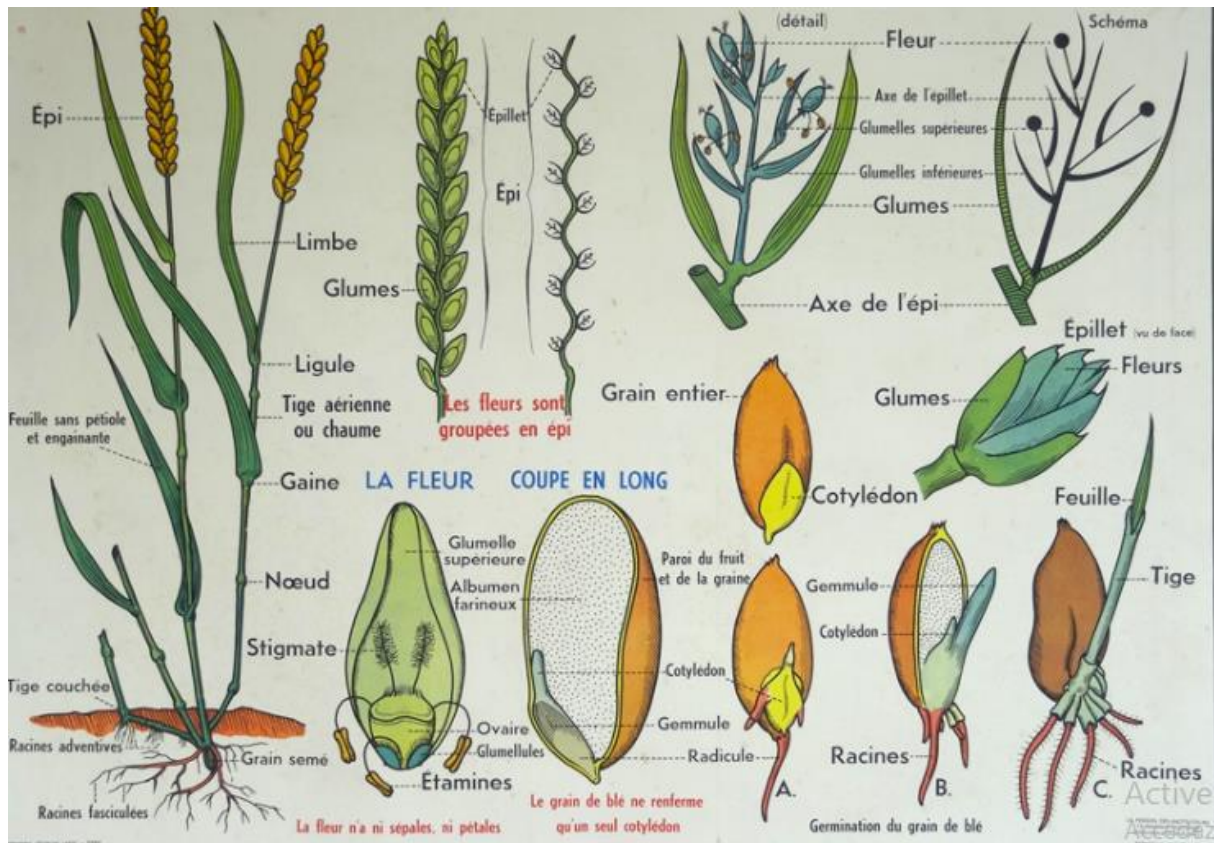


Figure 1 : Description de la plante de blé (Web ,01).

#### 4. Importance économique du blé tendre

##### 4.1. Dans le monde

Le blé tendre est une culture d'une importance économique majeure à l'échelle mondiale (Xiaojie et al, 2012). Il est largement cultivé et représente plus de 90% de la production mondiale de blé. Les principaux produits dérivés du blé tendre incluent le pain, les nouilles, les biscuits et les gâteaux. (Ghennai et al, 2017).

La production mondiale de blé tendre a connu une augmentation significative ces dernières années. En 2023, la production mondiale de blé tendre a atteint un niveau record de 800,2 millions de tonnes, selon le rapport du USDA's Economic Research Service (web,02), cette croissance est principalement due à de bonnes conditions de culture dans des régions comme l'Union européenne, où la production a atteint 140,5 millions de tonnes, ainsi que des augmentations notables en Chine et en Inde, qui restent parmi les plus grands producteurs mondiaux de blé.

### 4.2. En Algérie

Le blé tendre joue un rôle crucial dans l'alimentation, représentant environ 60% de la ration alimentaire des citoyens. Les habitudes alimentaires, telles que la consommation de pâtes, de biscuits et de pain, contribuent à faire de l'Algérie un grand consommateur de cette denrée. **(Bengriche et Tiliouine, 2017).**

En Algérie, la situation est particulièrement critique. Cependant, la production nationale est insuffisante pour satisfaire la demande. Par exemple, pour la campagne 2022-2023, la production de blé en Algérie était d'environ 3,3 millions de tonnes, mais les prévisions pour 2023-2024 montrent une baisse à environ 2,7 millions de tonnes en raison des conditions climatiques défavorables et de la sécheresse persistante. **(Web, 03).**

L'Algérie dépend fortement des importations pour combler ce déficit. En 2023-2024, les importations de blé sont estimées à environ 8,7 millions de tonnes, avec une augmentation significative des approvisionnements en provenance de la Russie. Cette dépendance aux importations expose le pays aux fluctuations des prix et aux incertitudes du marché international, ce qui accentue la nécessité d'améliorer la production locale pour renforcer la sécurité alimentaire. **(Web, 04).**

Le blé tendre est une denrée stratégique pour l'Algérie, tant pour sa consommation intérieure que pour sa sécurité alimentaire. Des efforts continus sont nécessaires pour améliorer la production nationale et réduire la dépendance aux importations, notamment par l'adoption de techniques agricoles plus résilientes aux conditions climatiques adverses.

## 5. Les exigences de blé

### 5.1. Température

La température joue un rôle vital à toutes les étapes de la croissance du blé. Elle affecte la germination, qui est arrêtée à 0°C, et favorise une croissance optimale entre 15 et 25°C. La capacité de la plante à former des épis, appelée montaison, est également influencée par la température et la durée de l'exposition à la lumière. **(Bebba, 2011).**

### 5.2. L'eau

Le blé nécessite une humidité constante tout au long de son cycle de croissance, avec des besoins en eau estimés à environ 800 mm. Ces besoins sont plus importants en zone aride en raison des conditions climatiques difficiles, notamment de la phase d'épi 1 cm à la floraison, où les besoins en eau sont les plus critiques. **(Bebba, 2011).**

### 5.3. Lumière

La lumière joue également un rôle crucial dans le processus de photosynthèse et dans le développement du blé, favorisant un bon tallage lorsque la plante est exposée à des conditions lumineuses optimales. **(Bebba, 2011).**

### 5.4. Sol

Les sols adaptés à la culture du blé tendre sont généralement des sols limoneux, argileux calcaires ou argileux siliceux profonds. Ces sols offrent une bonne structure et une capacité de rétention d'eau adéquate pour soutenir la croissance du blé tendre. Ils doivent également être bien drainés, surtout pendant la période hivernale, pour éviter les problèmes liés à l'excès d'eau.

Il est important que le sol soit sain, avec une fertilité suffisante pour répondre aux besoins nutritifs de la plante. Un sol pauvre en nutriments peut entraîner une croissance médiocre du blé tendre.

En ce qui concerne les caractéristiques chimiques, le blé tendre préfère un pH du sol compris entre 6,5 et 7,5. Un pH dans cette plage favorise une bonne disponibilité des éléments nutritifs essentiels pour la plante, favorisant ainsi une croissance optimale. **(Maachi, 2005).**

## 6. Utilisation de blé tendre

Le blé tendre est une céréale largement utilisée dans de nombreuses industries alimentaires et non alimentaires **(Rousset, 1985) :**

- **Production de pain :** Le pain est l'une des utilisations les plus courantes du blé tendre. La farine de blé tendre est utilisée pour fabriquer différents types de pains, tels que le pain de mie, le pain blanc, le pain complet, etc.
- **Fabrication de pâtes :** Les pâtes sont également fabriquées à partir de farine de blé tendre. Elles sont très populaires dans de nombreuses cuisines du monde entier.
- **Pâtisserie et confiserie :** Le blé tendre est utilisé pour fabriquer une variété de produits de pâtisserie et de confiserie, tels que des biscuits, des gâteaux, des muffins, des biscuits, des pâtisseries, etc.

- **Produits céréaliers** : Le blé tendre est utilisé pour produire une gamme de produits céréaliers, tels que des céréales pour le petit-déjeuner, des flocons d'avoine, des barres de céréales, etc.
- **Aliments pour animaux** : Une partie de la production de blé tendre est utilisée pour fabriquer des aliments pour animaux, principalement destinés au bétail.
- **Industrie brassicole** : Le blé tendre est également utilisé dans la production de bière et d'autres boissons alcoolisées.
- **Produits de santé et de nutrition** : Le blé tendre est également utilisé pour produire des aliments riches en fibres, des compléments alimentaires et d'autres produits de santé et de nutrition.

### 7. Les maladies de blé tendre

#### 7.1. Les rouilles (rouille brune et rouille jaune)

La rouille du blé jaune et la rouille du blé brune sont deux maladies fongiques courantes qui affectent la culture du blé. La rouille jaune, causée par *Puccinia striiformis* f. sp. tritici, (Amrani, 2013). Se distingue par l'apparition de pustules jaune orangé alignées le long des nervures des feuilles. Elle peut réduire le rendement en perturbant la photosynthèse et en provoquant une défoliation précoce. (Aouali et Douici-Khalfi, 2013).

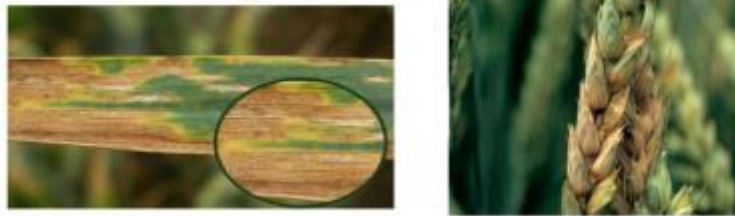
En revanche, la rouille brune, causée par *Puccinia triticina*, (Amrani, 2013). Se caractérise par des pustules brun rouille qui peuvent se former sur toute la surface de la feuille. Bien que les deux maladies aient des effets similaires sur le rendement et la qualité des grains, elles peuvent être gérées par des pratiques culturales telles que la rotation des cultures, le choix de variétés résistantes et l'utilisation appropriée de fongicides lorsque nécessaire. (Stum, 2017).



**Figure 2:** Symptômes de rouille (Web, 05).

### 7.2. Septoriose

Causée par le champignon *Septoria tritici*, cette maladie provoque l'apparition de taches foliaires brunes entourées d'un halo jaune. Elle peut réduire le rendement et la qualité des grains. (Zahri et al, 2014).



**Figure 3:** Symptômes de septoriose. (CECAMA, 2016).

### 7.3. Carie

Cette maladie est causée par le champignon *Tilletia caries*. Elle se manifeste par la formation de masses de spores noires à l'intérieur des grains, réduisant ainsi leur qualité et leur valeur marchande. (Bruyere, et al, 2011).



**Figure 04 :** Carie de blé tendre. (Web, 06).

### 7.4. Fusariose

La fusariose est causée par plusieurs espèces de champignons du genre *Fusarium*. Elle peut affecter les tiges, les feuilles et les épis, provoquant le flétrissement, la nécrose et la pourriture des tissus. (Moule, 1971).

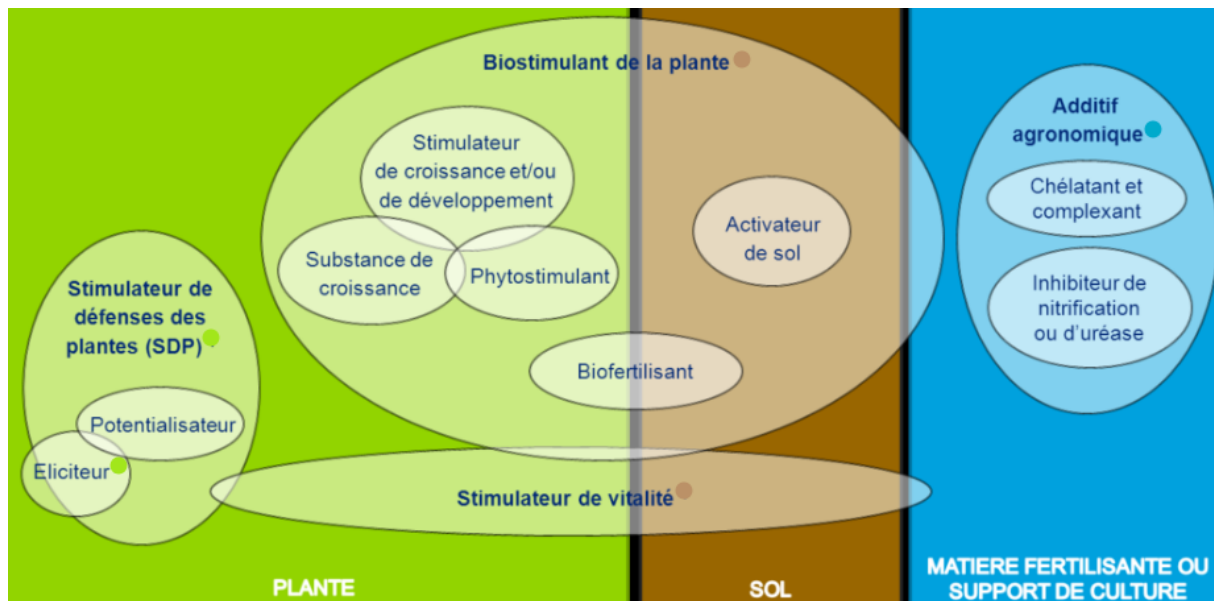


**Figure 4: Fusariose de blé. (Web, 07).**

## **Chapitre 2. Généralité sur le Bio stimulant**

### 1. Définition

Les bio stimulants représentent une solution essentielle pour réduire considérablement la dépendance aux pesticides et aux engrais, jouant ainsi un rôle crucial dans la promotion de systèmes agricoles plus durables (Rouphael et Colla, 2020). Ce sont des composés naturels applicables aux semences, aux plantes et au sol, induisant des modifications dans les processus vitaux et structurels des plantes (Jindo et al, 2020), Leur utilisation vise à favoriser la croissance des cultures en améliorant leur tolérance aux stress abiotiques, en renforçant l'assimilation des éléments nutritifs, et en améliorant la qualité des récoltes, indépendamment de leur contenu nutritif (Paradićević et al, 2019).



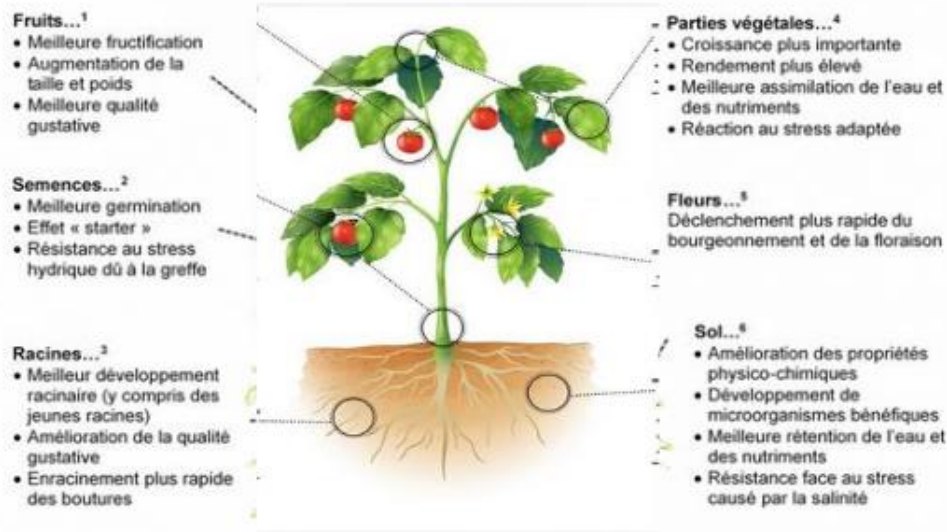
**Figure 5:** Cartographie des principales terminologies identifiées pour les produits de stimulation des plantes (FAESSEL et al, 2014).

### 2. Rôle des biostimulants

Les biostimulants sont des produits naturels qui offrent de nombreux avantages pour les plantes selon la (fig 07) :

Ils peuvent stimuler la germination des graines et améliorer la qualité des récoltes, même dans des conditions non optimales. De plus, ils facilitent l'absorption des nutriments par les plantes grâce à la présence d'acides aminés qui s'associent aux micronutriments, ce qui permet aux plantes d'accéder plus facilement aux nutriments, même dans des sols à pH élevé.

Les biostimulants confèrent également aux végétaux une meilleure tolérance aux stress abiotiques, tels que les variations climatiques, les carences en minéraux, la salinité excessive, la sécheresse ou l'excès d'eau. Ces propriétés bénéfiques dépendent de la composition spécifique des biostimulants utilisés, qui peut varier selon les produits. (CDA, 2021).



**Figure 6:** Observation sur les différentes parties d'une plante après l'application de biostimulants. (POVERO et al, 2016).

### 3. Les Stimulateurs de la défense naturelle des Plantes (SDN/SDP)

Les stimulateurs des défenses naturelles des plantes (SDN) et les stimulateurs de défense des plantes (SDP) sont des substances ou des traitements qui renforcent la capacité des plantes à se défendre contre les maladies, les ravageurs et les stress environnementaux. (Brahim ,2023).

#### 3.1. SDN (Stimulateurs des Défenses Naturelles des plantes) :

Les SDN sont des produits ou des agents qui activent les mécanismes de défense innés des plantes. Ils peuvent inclure des substances naturelles comme des extraits de plantes, des micro-organismes bénéfiques, ou des composés biochimiques. Les SDN stimulent la production de composés antimicrobiens, d'enzymes de défense, et renforcent les barrières physiques des plantes contre les pathogènes. (Brahim, 2023).

#### 3.2. SDP (Stimulateurs de Défense des Plantes) :

Les SDP, souvent utilisés de manière interchangeable avec les SDN, englobent un large éventail de produits et de pratiques qui visent à augmenter la résistance des plantes aux agressions extérieures. Ils peuvent inclure des biostimulants, des électeurs, et d'autres agents chimiques ou biologiques.

Les SDP fonctionnent en déclenchant des réponses immunitaires chez les plantes, ce qui leur permet de mieux résister aux infections et aux infestations. (Brahim, 2023).

Les stimulateurs des défenses naturelles des plantes (SDN/SDP) Apparus à la fin des années 1970, ces stimulateurs prennent différentes formes commerciales comme l'Acibenzolar-S-méthyl, la Laminarine, le phoséthyl-Al ou encore les extraits végétaux. (Blanchard, 2007).

### 3.3. Rôle des SDN/SDP

Leur mode d'action novateur consiste à renforcer la résistance naturelle des plantes aux maladies en stimulant leurs propres systèmes de défense. Les SDN/SDP offrent plusieurs avantages intéressants. Ils conservent leur activité biologique sur une longue période grâce à une formulation adaptée et leur efficacité dépend du cycle de la plante. Ils confèrent une résistance systémique et durable aux végétaux, sans phytotoxicité ni impact néfaste sur l'environnement, étant biodégradables. De plus, leur utilisation réduit les risques d'apparition de résistances et s'intègre facilement aux pratiques culturales existantes. Ils sont sans danger pour la santé humaine et animale. (Benhamou, 2009).

### 3.4. Origine et nature des SDP

Les SDN/SDP peuvent provenir de sources diverses: végétale (algues, plantes), animale, minérale ou être des composés synthétiques. Ils peuvent être des extraits bruts, des composés purifiés ou issus de fermentations. Leur nature importe peu, c'est leur capacité à stimuler les défenses naturelles qui prime. Ils regroupent notamment les extraits végétaux, d'algues, de micro-organismes, les acides aminés, substances humiques, minéraux non nutritifs ou biomolécules. (Benhamou et Rey, 2012).

## 4. Classification du bio stimulant

### 4.1. Bio stimulant organique

Sont dérivés de sources naturelles telles que les extraits d'algues, les acides humiques et fulviques, les acides aminés et d'autres composés organiques. Ils peuvent agir en stimulant la croissance des plantes, en améliorant la santé du sol et en favorisant l'absorption des nutriments. (Yakhin et al, 2017).

### 4.2. Bio stimulant microbien

Contiennent des microorganismes bénéfiques tels que des bactéries, des champignons ou des mycorhizes qui peuvent interagir avec les racines des plantes pour favoriser la croissance, améliorer la santé du sol, augmenter la disponibilité des nutriments et protéger les plantes contre les maladies. (Yakhin et al, 2017).

### 4.3. Bio stimulant inorganique

Sont généralement des composés minéraux ou des éléments chimiques qui peuvent être bénéfiques pour les plantes lorsqu'ils sont appliqués en petites quantités. Par exemple, des substances comme le

silicium, le bore, le zinc, le cuivre et le molybdène peuvent agir comme des bio stimulants inorganiques en améliorant la résistance aux stress abiotiques et en favorisant divers processus physiologiques dans les plantes. (Yakhin *et al*, 2017).

### 5. Le mode d'action du bio stimulant

Les biostimulants sont des produits agricoles conçus pour améliorer la croissance, la santé et la productivité des plantes en agissant sur une multitude de mécanismes. Leur action va au-delà de simplement fournir des éléments nutritifs, car ils agissent de manière synergique pour stimuler divers processus biologiques. Tout d'abord, ces produits peuvent améliorer la nutrition des plantes en favorisant une meilleure disponibilité et absorption des éléments nutritifs essentiels, comme le phosphore et l'azote, par le biais de mécanismes tels que la fixation symbiotique avec des microorganismes bénéfiques. (Herault, 2015).

De plus, les bio stimulants ont le pouvoir de stimuler la croissance des plantes en influençant positivement leur système racinaire et végétatif. Par exemple, les extraits d'algues peuvent augmenter la chlorophylle, favorisant ainsi la photosynthèse et la croissance des cultures. (Herault, 2015).

De manière cruciale, ces produits peuvent renforcer la résilience des plantes aux stress environnementaux, comme la salinité et la sécheresse, en régulant la rétention d'eau et en réduisant la transpiration excessive.

Enfin, les bio stimulants peuvent également améliorer la santé du sol en favorisant la décomposition de la matière organique et en encourageant la croissance de populations microbiennes bénéfiques, contribuant ainsi à une meilleure structure du sol et à une disponibilité accrue des nutriments. En combinant ces différents mécanismes d'action, les bio stimulants jouent un rôle essentiel dans l'optimisation des rendements et de la qualité des cultures, offrant ainsi des solutions durables pour l'agriculture moderne. (Oosten *et al*, 2017).

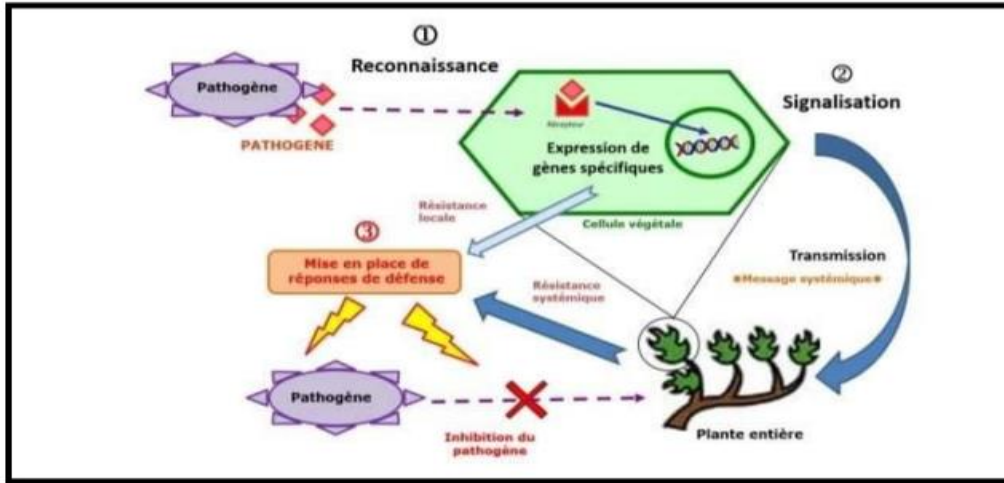
### 6. Stimulants de défense des plantes (SDP)

Les bio stimulants sont des substances qui, contrairement aux pesticides ou aux engrais traditionnels, ne tuent pas les ravageurs ou les maladies directement, mais plutôt renforcent les défenses naturelles des plantes pour qu'elles puissent mieux se protéger par elles-mêmes. Ces produits agissent via divers mécanismes qui stimulent les processus physiologiques des plantes.

Les activités enzymatiques et les voies hormonales sont deux voies principales par lesquelles les biostimulants agissent. Ils induisent la production de métabolites, qui sont des composés essentiels pour la croissance et la défense des plantes. Ces métabolites peuvent inclure des antioxydants, des hormones de croissance ou des composés antimicrobiens, qui aident la plante à se protéger contre les attaques de pathogènes ou les stress environnementaux. (Kumar et al, 2020).

Pour établir une résistance induite chez les plantes, les bio stimulants agissent généralement selon cinq étapes principales : (Faessel et al, 2016; Yakhin et al, 2017).

- 1. Reconnaissance des principes actifs :** Les molécules du bio stimulant sont détectées par des récepteurs spécifiques présents sur les cellules végétales, ce qui permet leur entrée dans la plante.
- 2. Translocation et transformation :** Une fois à l'intérieur de la plante, les composés du bio stimulant se déplacent vers les différentes parties de la plante et subissent des transformations biochimiques.
- 3. Expression de gènes de défense :** Les bio stimulants activent des gènes impliqués dans la défense de la plante, entraînant la production de protéines et de métabolites qui renforcent ses capacités de défense.
- 4. Activation métabolique :** Les bio stimulants activent les processus métaboliques de la plante, ce qui peut inclure la synthèse de nouvelles molécules ou l'augmentation de la production de certaines substances importantes pour la défense et la croissance.
- 5. Transmission de signaux et intégration :** Les signaux induits par le bio stimulant se propagent dans toute la plante, favorisant une réponse systémique et une résistance globale contre les agressions extérieures.



**Figure 7:** Schéma simplifié de la stratégie de stimulation des défenses (Lemaître-Guillier et al, 2017).

## 7. Substances à effet de bio stimulant

Les biostimulants sont des substances ou des micro-organismes qui, lorsqu'ils sont appliqués aux plantes, stimulent leur croissance, leur développement et leur résistance au stress environnemental.

### 7.1. Acides Aminés

Les acides aminés sont les éléments constitutifs des protéines, essentiels à la croissance et au développement des plantes.

En tant que bio stimulant, les acides aminés peuvent être appliqués directement sur les cultures pour améliorer l'absorption des éléments nutritifs, stimuler la croissance des racines et augmenter la résistance aux stress environnementaux tels que la sécheresse ou les températures extrêmes. (Megafol, 2016).

### 7.2. Extraits d'Algues

Les extraits d'algues sont riches en phytohormones, en oligo-éléments, en acides aminés et en sucres complexes.

Ils favorisent la croissance des plantes en stimulant le développement des racines, en augmentant la capacité de la plante à absorber les éléments nutritifs du sol, et en améliorant sa résistance aux maladies et aux stress. (Cordier et Alabouvette, 2018).

### 7.3. Acides Humiques

Les acides humiques sont des composés organiques qui se forment à partir de la décomposition de matière organique dans le sol.

Ils améliorent la structure du sol, favorisent la rétention d'eau et de nutriments, stimulent l'activité microbienne bénéfique dans le sol, et augmentent la disponibilité des éléments nutritifs pour les plantes. (Symbiose, 2017).

### 7.4. Bactéries

Certaines souches de bactéries bénéfiques, telles que les rhizobiums, les mycorhizes et les rhizobactéries, peuvent être utilisées comme biostimulants.

Elles établissent des symbioses avec les plantes, améliorant l'absorption des nutriments, la résistance aux maladies, et favorisant la croissance des racines. (Pérez-Jaramillo et al, 2016).

### 7.5. Champignons

Les champignons bénéfiques, tels que les champignons mycorhiziens, établissent des associations symbiotiques avec les racines des plantes. (Laurent et al, 2020).

Ils augmentent la surface racinaire effective, améliorent l'absorption des nutriments, facilitent l'échange de nutriments entre les plantes, et protègent les plantes contre les pathogènes du sol. (Kamaruzzamaaa et al, 2016).

## 8. Utilisation du bio stimulant

### 8.1. Utilisation du bio stimulant en monde

L'utilisation du bio stimulant met en évidence une croissance significative de ce marché, avec une augmentation annuelle estimée entre 10 et 12 %. Cette croissance est alimentée par une demande croissante pour des solutions agricoles durables et respectueuses de l'environnement.

Actuellement, les extraits d'algues dominent le marché du bio stimulant, suivis par les acides aminés et les substances humiques. Cependant, les produits à base de microorganismes gagnent en importance, reflétant une tendance vers des approches plus holistiques en agriculture.

L'Union européenne a joué un rôle clé dans la promotion du bio stimulant en mettant en place une réglementation stricte en matière de sécurité environnementale et de soutien à l'agriculture biologique. Cela a ouvert la voie à un marché dynamique pour le bio stimulant dans des pays tels que l'Allemagne, l'Italie, le Royaume-Uni, l'Espagne et la France.

Les bios stimulants sont de plus en plus associés à l'agriculture biologique, mais leur utilisation s'étend également à l'agriculture conventionnelle. Ils répondent à la demande croissante des consommateurs pour des pratiques agricoles plus respectueuses de l'environnement et sont perçus comme une solution pour assurer la sécurité alimentaire tout en adoptant des pratiques agricoles plus sûres. (García-Sánchez et al, 2022).

### 8.2. Utilisation des bios stimulants en Algérie

Les bios stimulants en Algérie mettent en lumière une adoption croissante de ces produits de dernière génération dans le cadre d'une stratégie agricole visant à améliorer à la fois la productivité et la qualité des cultures, tout en préservant l'environnement. TIMAC AGRO Algérie joue un rôle important en proposant une gamme de bio stimulant adaptés aux différentes cultures, répondant ainsi aux besoins spécifiques de chaque région. (Lakhdari et al, 2020).

Des études locales ont également été menées pour évaluer l'efficacité de bio stimulants spécifiques, tels que ceux dérivés de certaines souches indigènes de champignons *Trichoderma*, sur des cultures telles que le maïs. De plus, des recherches ont été menées sur l'application de bio stimulant organique en combinaison avec des substrats comme la zéolite pour contrer les effets néfastes de certaines maladies virales, comme le virus New Delhi tomato leaf curl, sur des cultures de courgettes. (Donati et al, 2022).

# Étude de milieu

### I. Présentation de la zone d'étude

#### I.1. Présentation de la wilaya de Tlemcen

La wilaya de Tlemcen se trouve à l'extrême nord-ouest de l'Algérie, à la frontière algéro-marocaine. Elle s'étend entre les latitudes nord de 34° et 35°40' et les longitudes ouest de 0°30' à 2°30'. Avec une façade maritime de 120 km le long de la mer Méditerranée, elle est bordée au nord par cette dernière, à l'est par la wilaya d'Ain Temouchent, à l'est par celle de Sidi Bel Abbès, et au sud par la wilaya de Naâma. D'une superficie totale de 9 017,69 km<sup>2</sup>, elle comprend 352 900 hectares (39%) de terres agricoles, représentant 4% de la superficie totale du territoire national. (Mahboubi, 2017).

##### 1.1.1. Reliefs

La région de Tlemcen présente une diversité géologique notable, ce qui se traduit par une grande variété de paysages. On peut subdiviser cette région en plusieurs zones distinctes :

- **Le littoral**

Cette zone homogène, d'une superficie de 211 000 hectares, occupe la partie nord de la région. Elle est constituée du massif montagneux des Traras et de côtes sableuses.

- **Les plaines telliennes**

Cette zone s'étend sur 32 100 hectares et se situe entre le littoral et les monts de Tlemcen. Elle s'étend d'est en ouest de la wilaya et abrite le grand cours de la Tafna (Mekkioui, 1989). Notre zone d'étude fait partie intégrante de ces reliefs.

- **Les hauts plateaux**

Ce sont de vastes terres tabulaires couvrant 24 800 hectares situées entre l'Atlas tellien représenté par les Monts de Tlemcen au Nord et l'Atlas saharien au Sud. Ce plateau correspond à la steppe. (Mekkioui, 1989).

##### 1.1.2. Géologie

Sur le plan géologique, Tlemcen présente une prédominance marneuse avec un relief relativement plat parcouru par un réseau d'oueds et de chaâbats. Les monts de Tlemcen, géologiquement homogènes, sont principalement composés de calcaires durs. Le substrat géologique, avec ses caractéristiques karstiques, influence notablement les traits hydrographiques de la région.

En conséquence, le réseau hydrographique est relativement dense et est généralement alimenté par un grand nombre de sources. Ces sources créent des habitats nombreux et propices aux fougères (Medjahdi, 2010).

### 1.1.3. Pédologie

La région méditerranéenne de la wilaya de Tlemcen se distingue par des sols dits fertialitiques et marron, en lien avec la couverture végétale. Les sols de Tlemcen peuvent être classés en trois grands groupes : sols calcaires, sols rouges et sols calciques.(Mahboubi,2017).

#### - Sols calcaires

Formés sur des roches calcaires plus ou moins compactes, ces sols contiennent une certaine proportion de matière organique, permettant leur division en deux sous-types selon la quantité de cet élément. Les zones où dominent ces sols sont souvent caillouteuses, avec des bancs de roc visibles sur les crêtes. Ce sont généralement des terrains légers, perméables, avec peu d'humus qui se transforme rapidement. Ils couvrent une partie importante de l'Oranie et se trouvent notamment :

- entre le littoral et les versants méridionaux de l'Atlas (sols calcaires typiques),
- entre l'Atlas plissé et les hautes plaines (sols calcaires humifères).

Ces sols se caractérisent par :

- une présence de calcaire en proportion liée à la roche-mère,
- un horizon superficiel toujours moins riche en calcaire que l'horizon sous-jacent,
- une diminution de la teneur en argile avec la profondeur,
- généralement, la présence d'un seul horizon différencié. (Assia,2022).

#### - Sols rouges

Il existe trois types distincts caractérisés par une richesse en fer libre, une texture argilo-limoneuse et une friabilité :

- terra rossa non calcaire ( $\text{CaCO}_3$  inférieur à 1%),
- terra rossa peu calcaire ( $\text{CaCO}_3$  inférieur à 10%),

- rendzines rouges.

La terra rossa est une formation rouge présente dans les régions karstiques (calcaire cristallin et dolomie), considérée comme un paléosol formé à la fin du tertiaire et ayant poursuivi sa formation au début du quaternaire, sous l'influence du climat tropical. Quant aux rendzines rouges, note qu'elles proviennent d'un remaniement de terra rossa et de fragments de roches calcaires, se formant sur des sols calcifères tendres comme les marnes, par un processus similaire à celui de la terra rossa. Les rendzines rouges se distinguent également par un horizon superficiel plus riche en calcaire que les horizons sous-jacents, bien que moins riche que la roche mère. ( **Mahboub,2017**).

### **.1.1.4. Hydrologie**

Les cours d'eau dans notre zone d'étude sont caractérisés par des débits irréguliers et des phénomènes hydrologiques soudains. Le déficit hydrique estival entraîne un régime d'écoulement temporaire pour de nombreux petits cours d'eau ( **Assia ,2022**).

## **1.2. Le climat de la région**

La wilaya de Tlemcen connaît un climat méditerranéen caractérisé par deux saisons distinctes :

- a) Une saison humide s'étendant d'octobre à mai, durant laquelle les précipitations sont réparties de manière irrégulière dans l'espace et dans le temps sur le territoire de la wilaya.
- b) Une saison sèche de juin à septembre, où la température moyenne avoisine les 26°C.

Au cours de la période 2014-2024, il est observé une période sèche s'étendant d'avril jusqu'au milieu du mois d'octobre, soit une durée de six mois et demi. Les variations climatiques d'une année à l'autre influencent cette période, qui tend à se prolonger davantage.

## **1.3. Production végétale**

La wilaya de Tlemcen possède une superficie forestière d'environ 225 000 hectares, incluant forêts, maquis et broussailles, ainsi qu'une nappe alfatière de 154 000 hectares. Avec un taux de boisement de 24 %, Tlemcen est reconnue pour sa vocation forestière. Cependant, la répartition de cette couverture forestière est inégale, avec plus de 80 % du potentiel sylvicole concentré dans les monts de Tlemcen.

Les principaux peuplements forestiers, classés par ordre décroissant de superficie, comprennent : le pin d'Alep, le chêne vert, le thuya, le genévrier oxycèdre, le chêne-liège, et diverses autres espèces. Les communes les plus boisées, où la couverture forestière représente entre un tiers et deux tiers de

leur territoire, se situent principalement à l'ouest (Beni Boussaid, Beni Snous, Beni Bahdel, Azails, Bouhlou) et à l'est (Oued Lakhdar, Beni Semiel, Aïn Tallout) des monts de Tlemcene. (Assia,2022).

### **1.4. Présentation de la ferme pilote HAMADOUCHE (Saf- saf)**

La ferme pilote Hamadouche, située dans la wilaya de Tlemcen, commune de Chetouen, a été restructurée en une entreprise unipersonnelle sous la forme d'une EPE/EURL (Entreprise unipersonnelle à responsabilité limitée). Cette entreprise agricole, connue sous le nom de Ferme Pilote Hamadouche, se spécialise dans la production de semences de céréales et de légumes secs, notamment des semences de multiplication.

#### **1.4.1. Description du milieu physique de la ferme**

La ferme est située dans la région de la wilaya de Tlemcen, à environ 5 km de la ville. Son altitude est d'environ 1000 mètres. Les limites de la ferme sont définies comme suit : au nord, elle est adjacente à la ville de la wilaya de Tlemcen ; à l'ouest, elle borde les dairas d'Ain Fezza, de Ben Sakrane et de Sidi Benabdeli ; au sud, elle est limitée par la Daira de Hennaya, le long de la route nationale N°1.

Le climat de la région est tempéré, mais il est caractérisé par une sécheresse persistante au printemps, avec une pluviométrie d'environ 300 mm en 2022.

En ce qui concerne les sols de la ferme, ils se distinguent par leur texture argileuse, qui est à la fois riche et fertile, offrant des conditions propices à diverses activités agricoles.

# **Matériel et méthodes**

## 1. L'objectif du travail

L'étude vise à évaluer les effets d'un biostimulant FERTIACTYL GZ B sur la variété Hiddab (HD 1220) de blé tendre. Des essais ont été réalisés au niveau de la serre à la ferme pilote Hamadouche. L'objectif est d'obtenir des résultats concrets sur la performance de cette variété de blé sous l'effet du bio stimulant, dans des conditions de culture réelles.

Cette recherche permettra d'apprécier les bénéfices potentiels de l'utilisation de ce produit pour améliorer les rendements et la vigueur des cultures de blé tendre.

## 2. Protocol expérimental

Matériel végétale utilisé : la variété de blé tendre Hiddab appelé aussi HD 1220.

Cinquante graines de cette variété ont été semés dans 60 pots. Dans trente pots on a utilisé le Bio stimulant et les trente pots qui reste sans biostimulants.

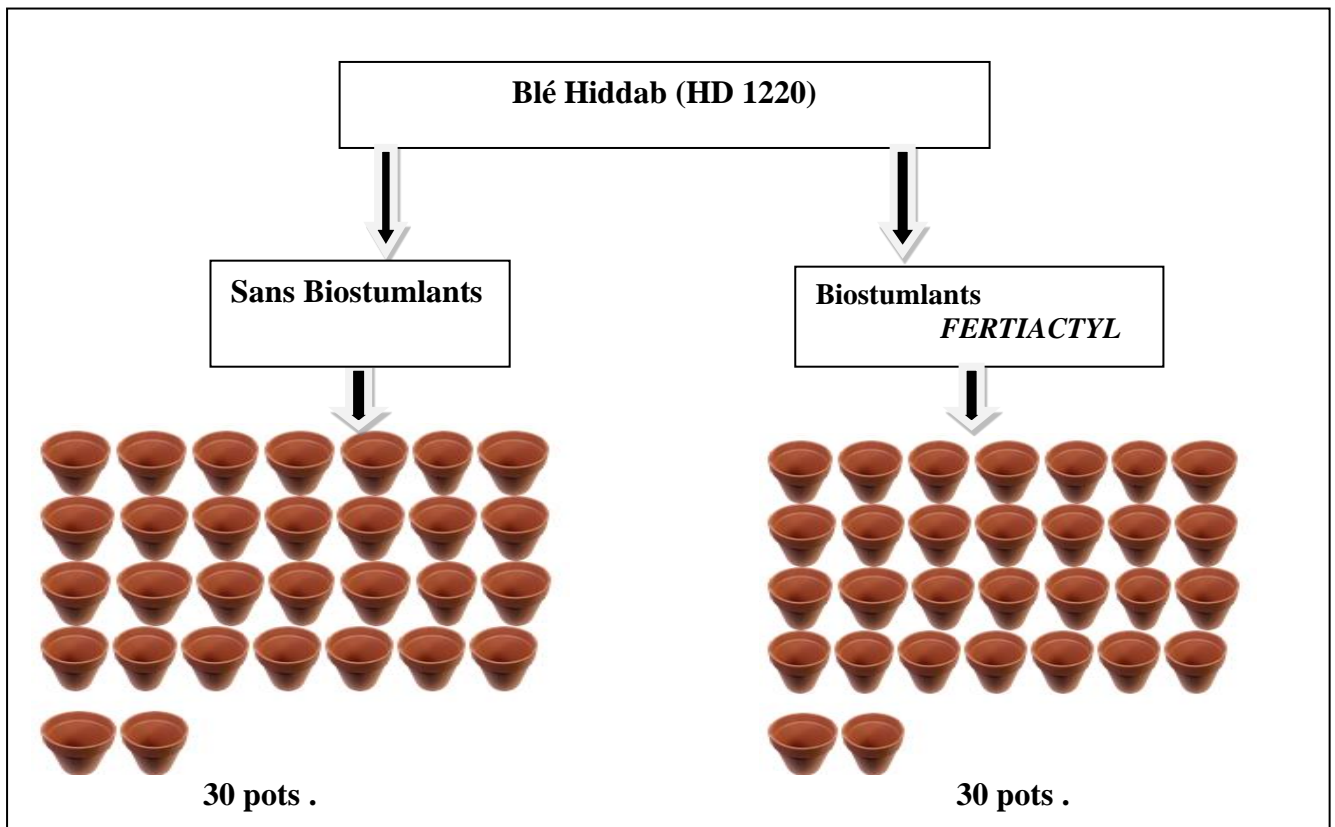


Figure 8: Aperçu du dispositif expérimental.

### 3. Matériels utilisés

➤ Des pots

Des pots en plastique avec un diamètre de 40 cm, et une hauteur de 60 cm ont été utilisés pour la culture.

➤ Sol

Le sol utilisé provient de la ferme Hamadouche.

➤ Traitements par le Bio-stimulant FERTIACTYL GZ B

FERTIACTYL GZ B est un biostimulant développé par TIMAC AGRO (**Figure 01**) qui fait partie du Groupe Roullier, conçu pour améliorer les performances des cultures en améliorant la croissance des racines et des pousses, l'absorption des nutriments et la tolérance au stress. La gamme de produits FERTIACTYL comprend diverses formulations, chacune adaptée aux besoins agricoles et aux types de cultures spécifiques.

Les composants clés de FERTIACTYL GZ B comprennent les acides humiques et fulviques activés, les cytokinines et la glycine bêtaïne. Ces ingrédients agissent ensemble pour favoriser le développement des racines, augmenter l'absorption des nutriments, stimuler la photosynthèse et améliorer la tolérance des plantes aux stress abiotiques tels que la sécheresse et les températures extrêmes. Les produits FERTIACTYL sont particulièrement bénéfiques durant les premières étapes du développement des cultures, aidant les plantes à établir un système racinaire plus robuste et à mieux gérer les stress environnementaux.

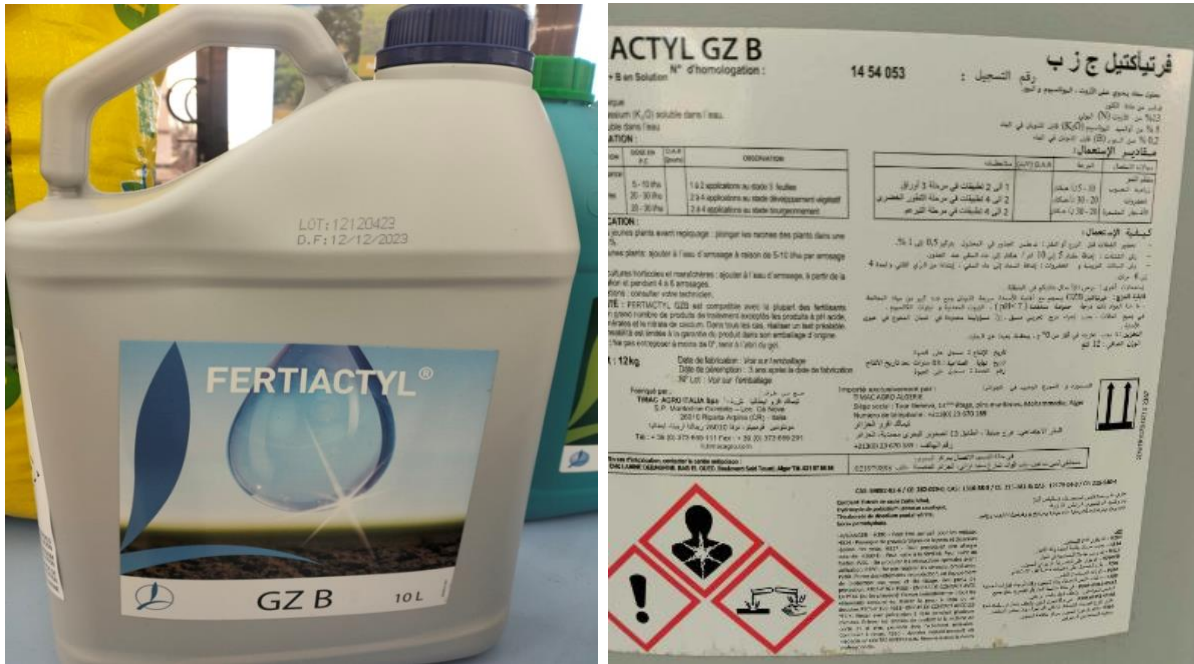


Figure 9 : Le biostimulants utilisé (photo original).

Le semis a été réalisé le 28/03/2024 à une densité de 50 graines de blé tendre HD 1220 dans chaque pots en silicone sous serre.



Figure 10 : La serre utilisée pour notre expérimentation (photo originale).

**4.2 Irrigation**

Le jour de la plantation 28/03/2024, les jeunes plants ont été soigneusement arrosés à l'aide d'un arrosoir en plastique rempli d'eau de ferme, assurant ainsi un bon départ pour leur croissance. Ensuite, un calendrier rigoureux d'arrosage (tableau 01) a été mis en place pour maintenir une humidité optimale du sol.

Les dates d'arrosage ont été programmées de manière à répondre aux besoins hydriques spécifiques des plantes, garantissant leur développement sain et vigoureux tout au long de leur cycle de croissance.

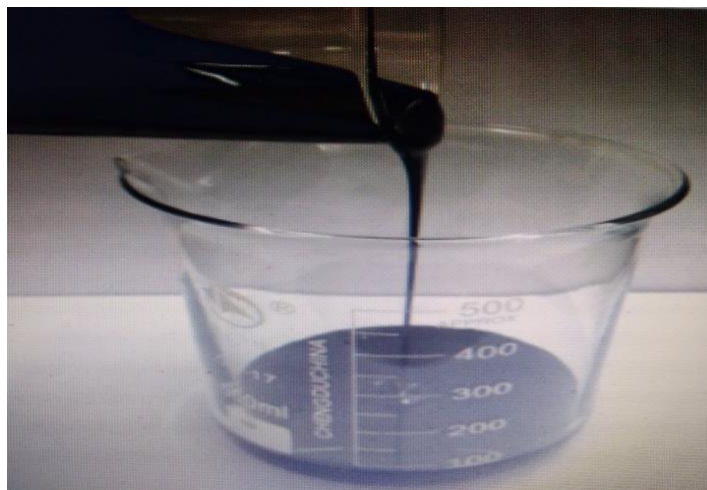
**Tableau 1:** les dates d'irrigation

	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>
<b>La date</b>	05/04/2024	13/04/2024	21/04/2024	25/04/2024	01/05/2024	09/05/2024	12/05/2024
	4	4					
	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>		
	17/05/2024	/05/2024	27/05/2024	01/06/2024	06/06/2024		
		22					

**4.3 Application du biostimulants**

On a ajouté 50 ml biostimulant dans 10 litres d'eau d'arrosage. Jusqu'à l'obtention de 30 litres de solution. On a appliqué 1 litre de ce mélange dans 30 pots contenant la variété concerné.

Pour obtenir un bon résultat, nous avons répété le traitement une seconde fois après 10 jours et de la même manière le 1er Juin 2024.



**Figure 11:** mesuré de 50ml de Bio-stimulants (photo originale).



**Figure 12:** 1 litre de mélange ( bio stumilant + l eau) (photo originale).

# **Résultat et discussion**

## Résultat

Avant d'aborder les effets des biostimulants sur le blé, nous avons d'abord analysé les caractéristiques du sol dans lequel nos cultures ont été cultivées. L'analyse du sol révèle un pH élevé, une faible teneur en matière organique et une capacité de rétention des nutriments limitée. Ces caractéristiques posent des défis pour la croissance des cultures, notamment en ce qui concerne la disponibilité des éléments nutritifs essentiels pour le blé.

Le sol utilisé est non salé, pauvre en matière organique, il est fortement calcaire, le taux de calcaire actif est assez faible avec un faible risque de chlorose ferrique. Dominé par les particules de limon, Il est limoneux en surface, limoneux fins en profondeur, son pH est basique, élevé, par conséquent, les éléments nutritifs tels que le phosphore, fer, manganèse, bore, zinc, et cuivre deviennent peu disponibles aux cultures. Sa capacité à stocker les cations (CEC) est faible en surface moyenne en profondeur.(..)

Contraintes et aménagements:

D'après les observations sur terrain et les résultats des analyses du sol, il ressort comme contraintes: Les taux de calcaire, les pH qui sont élevés et la faible CEC.

**Tableau 2: Résultat des analyses du sol.**

Point d'échantillonnage		Point 01	
Horizon		H1	H2
<b>Granulométrie</b>	<b>Argile %</b>	11	13
	<b>Limon F %</b>	25.33	23
	<b>Limon G %</b>	22.39	28.77
	<b>Sable F %</b>	28.39	22.66
	<b>Sable G %</b>	12.89	12.57
<b>Ph</b>		8.20	8.35
<b>CE(ds/m)</b>		0.19	0.11
<b>Calcaire Total %</b>		36.54	46.02
<b>Calcaire actif %</b>		5.75	5.63
<b>MO %</b>		1.31	1.33
<b>CEC(meq/100g)</b>		5.40	11.39

Acidifiante à baisser le pH du sol et par conséquent améliorer la disponibilité des éléments nutritifs.

Calcul de la fumure P, K sur la base des analyses du sol (méthode COMIFER):

**Tableau 3:** Calcul de la fumure (P. K).

	Eléments Minéraux	
	Phosphore(p2O5)	Potassium(K2O)
<b>Exportation(U/ha)</b>	32.5	105
<b>Rendement moyen(T)</b>	50	
<b>Exigence de la culture</b>	Forte	
<b>Texture</b>	Limoneux	
<b>Analyse du sol (ppm)</b>	45,90	455,95
<b>Inteprération</b>	Faible	Elevée
<b>Nombre d'année sans apporte</b>	0	0
<b>Coefficient de multiplication</b>	2.2	0.6
<b>Dose à apporter (U/ha)</b>	71.5	63

Conseil à la fertilisation:

Fumure organique: 20-30 T/ha

Flux minéral : 71,5 U/ha de phosphore/63 U/ha de potassium/150 U/ha d'azot.

### 1. Résultat de biostimulant FERTIACTYL GZ B sur le blé hiddab



**Figure 13 : Résultat avec bio stimulants. (Photo originale).**

#### **Pots avec biostimulants :**

En appliquant le biostimulants FERTIACTYL GZ, nous avons obtenu des résultats très positifs, Les plants de blé cultivés dans –les deux pots démontrés dans la (figure 14) présentent une bonne croissance, avec des tiges fortes et une végétation dense. Cela indique que l'utilisation de biostimulants a favorisé une meilleure absorption des nutriments et a contribué à une croissance saine et vigoureuse. Les biostimulants ont permis d'améliorer non seulement la quantité, mais aussi la qualité du blé.

### Pots sans biostimulant :



**Figure 14: Résultat sans biostimulants. (Photo originale).**

Dans la figure 14, on peut observer que les plants de blé ont poussé de manière notable malgré l'absence de biostimulants. Bien que la croissance soit moins dense et vigoureuse par rapport aux plantes traitées avec des biostimulants, le blé a réussi à croître et à se développer quelque peu. Cela montre que les biostimulants aident à améliorer la croissance et la qualité des récoltes, mais que le blé reste capable de pousser sans eux, bien que de manière moins efficace.

Comparativement, les plants de blé cultivés sans l'application de biostimulants ont également montré une croissance, bien que moins vigoureuse. Malgré les conditions de sol défavorables, le blé a réussi à se développer, mais à un rythme moins soutenu et avec une qualité moindre par rapport aux plants traités avec des biostimulants. Cela souligne l'importance des biostimulants dans l'amélioration de la croissance et de la qualité des cultures, en particulier dans des conditions de sol difficiles comme celles que nous avons observées dans notre étude





## **Discussion**

Dans le cadre de notre recherche, nous avons entrepris une étude visant à évaluer les effets d'un biostimulant FERTIACTYL GZ B sur la variété de blé Hiddab (HD 1220).

Notre objectif était de comprendre comment l'utilisation de ce produit pouvait influencer la croissance et la qualité des cultures de blé dans des conditions de culture réelles, en partenariat avec le STAF de la ferme Hamadouche. Pour ce faire, nous avons mené des essais au champ et analysé les résultats pour déterminer les avantages potentiels de l'utilisation de ce biostimulant pour améliorer les rendements et la vigueur des cultures de blé tendre.

Cependant, malgré ces contraintes, notre objectif était d'évaluer si l'utilisation de biostimulants pourrait compenser ces limitations et améliorer la performance des cultures.

En appliquant des biostimulant FERTIACTYL GZ B sur notre culture, nous avons obtenu des résultats très encourageants. Les plants de blé présentent une croissance exceptionnelle, avec des tiges robustes et une végétation dense.

Dans ce contexte les résultats obtenus par **(Yakhin et al, 2017)** a montré que l'application de biostimulants à base d'acides humiques sur le blé augmentait significativement le rendement et améliorait la tolérance au stress environnemental. Nos résultats montrent également une amélioration de la croissance et de la qualité du blé, ce qui est cohérent avec ces observations.

Et dans une étude réalisée par **(El kadi et al, 2019)**, la variété de blé Hiddab a montré une augmentation de rendement de 15 % lorsque des biostimulants à base d'acides aminés ont été appliqués. Nos résultats, montrent une croissance exceptionnelle et une végétation dense, soutiennent l'idée que les biostimulants peuvent particulièrement bien fonctionner avec cette variété.

L'étude de **(Rouphael et Colla, 2020)** a montré que les plantes non traitées dans des conditions de sol difficile ont généralement des rendements inférieurs de 30 % par rapport aux plantes traitées avec des biostimulants. En revanche dans notre étude, on a également observé une croissance inférieures pour les cultures non traitées.

Cette observation suggère que les biostimulants ont favorisé une meilleure absorption des nutriments, contribuant ainsi à une croissance plus saine et vigoureuse des cultures. De plus, les biostimulants ont permis d'améliorer non seulement la quantité, mais aussi la qualité du blé récolté. Ces résultats soulignent l'importance des biostimulants dans l'amélioration de la productivité et de la qualité des cultures de blé.

# Conclusion

Le blé tendre (*Triticum aestivum*) est une culture de première importance mondiale en raison de son rôle clé dans l'alimentation humaine et animale, notamment pour la production de farine destinée à divers produits alimentaires comme le pain.

En Algérie, cette céréale est cultivée principalement dans les zones arides et semi-arides, où elle joue un rôle vital pour la sécurité alimentaire. Toute fois, la production de blé est souvent confrontée à des défis liés aux conditions climatiques et à la qualité des sols, ce qui souligne l'importance de l'innovation dans les pratiques agricoles pour améliorer la résilience des cultures. C'est dans ce contexte que les biostimulants prennent toute leur importance. Ces substances, qui peuvent être d'origine naturelle ou microbienne, sont appliquées aux plantes ou aux sols pour optimiser la croissance végétale, améliorer l'absorption des nutriments et augmenter la tolérance aux stress environnementaux.

Contrairement aux fertilisants traditionnels, les biostimulants ne fournissent pas directement de nutriments mais stimulent les processus naturels des plantes pour améliorer leur santé et leur productivité de manière durable et écologique.

Notre étude s'est concentrée sur l'évaluation des effets des biostimulants sur la variété de blé Hiddab dans la région de Tlemcen, caractérisée par des sols souvent défavorables à la culture intensive. Les résultats obtenus montrent clairement que l'utilisation de biostimulants FERTIACTYL GZ B a entraîné une amélioration significative de la croissance des plants de blé.

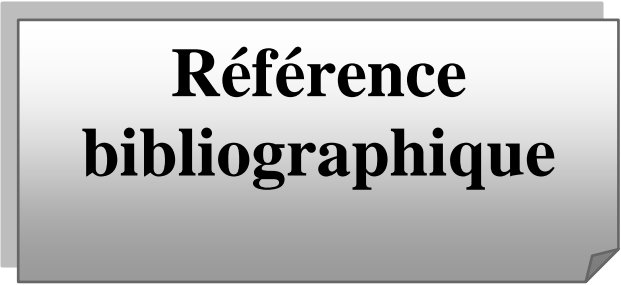
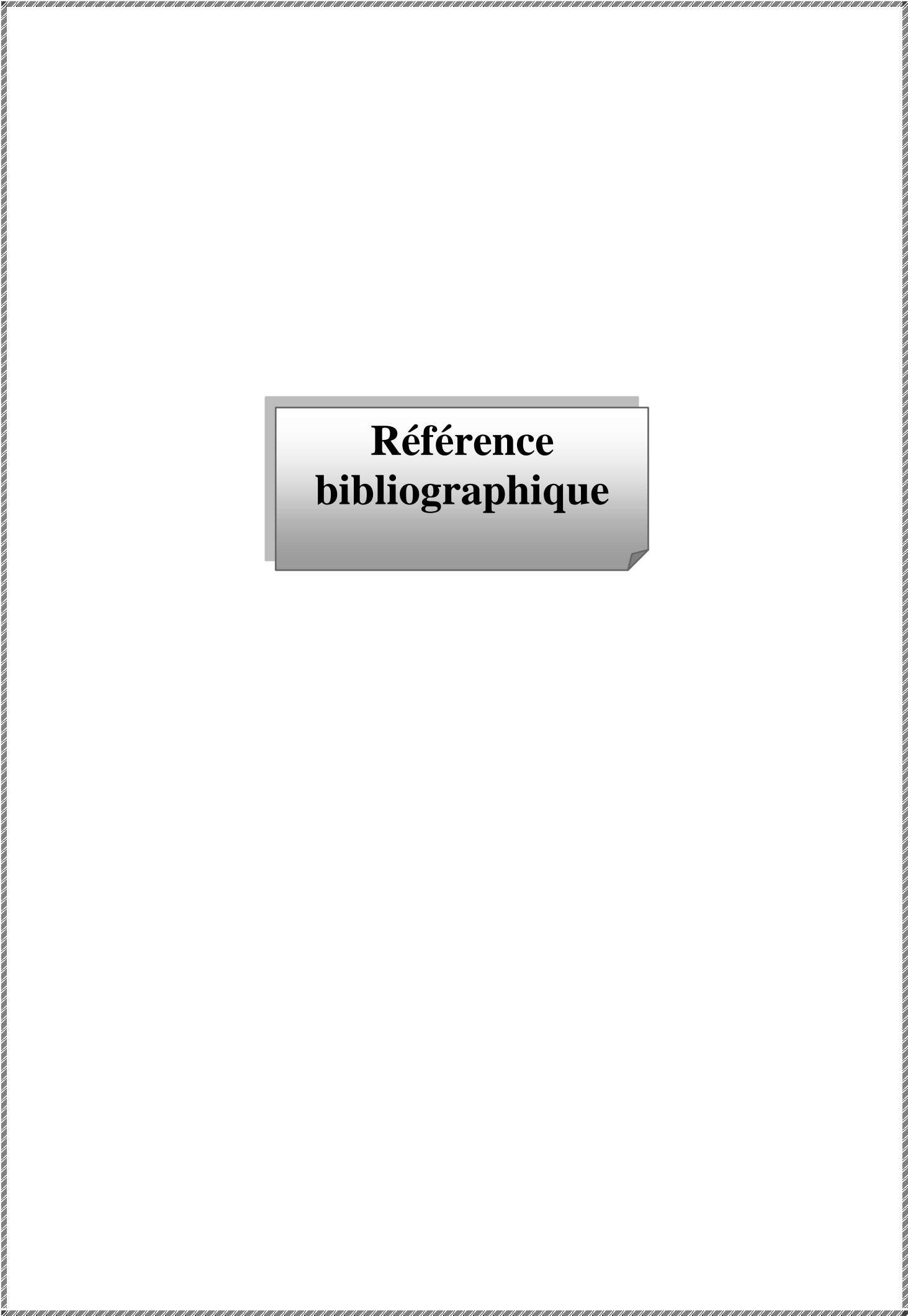
En comparaison avec les plantes non traitées, celles bénéficiant de biostimulants ont présenté une croissance plus vigoureuse, avec des tiges plus fortes et une densité de végétation supérieure, malgré les contraintes des sols alcalins et pauvres en matière organique. Les analyses ont révélé une meilleure absorption des nutriments essentiels, ce qui a conduit à une augmentation notable du rendement et de la qualité des grains. De plus, les plantes traitées ont montré une résilience accrue face aux stress abiotiques, tels que la sécheresse et les fluctuations de température, renforçant ainsi leur tolérance et leur capacité d'adaptation à des conditions climatiques difficiles.

Ces observations confirment l'efficacité des biostimulants dans l'amélioration de la productivité et de la santé des cultures, même dans des environnements contraignants.

Sur la base de ces résultats prometteurs, nous recommandons une adoption plus large des biostimulants dans les pratiques agricoles, non seulement pour améliorer la productivité des cultures de blé, mais aussi pour promouvoir des pratiques agricoles plus durables et respectueuses de l'environnement. Il est essentiel de sensibiliser et de former les agriculteurs sur les avantages et l'utilisation correcte des biostimulants pour maximiser leurs bénéfices. Par ailleurs, il est crucial de

continuer à investir dans la recherche et le développement pour explorer de nouvelles formulations de biostimulants et étudier leurs impacts à long terme sur l'environnement et les systèmes agricoles.

En intégrant ces innovations et en adaptant les pratiques agricoles aux défis des changements climatiques, nous pouvons espérer renforcer la sécurité alimentaire et la résilience des systèmes agricoles, contribuant ainsi à un avenir plus durable pour l'agriculture.



**Référence  
bibliographique**

### /A/

**Abbas, S. (2006).** Étude de la croissance et les possibilités de extension du cèdre d'atlas dans la région de Tlemcen.

**Aissa, N .C . (2022).** Étude des maladies cryptogamiques de la vigne (*Vitis vinifera*) dans la région de Tlemcen.

**Amrani, B. (2013).** Maladie Méthode et échelle de notation des maladies et accidents divers. Bulletin des grandes cultures. ITGC 02, p5.

**Aouali , S et Douici-Khalfi, A. (2013).** Recueil des principales maladies fongiques des céréales en Algérie : symptômes, développement et moyens de lutte. ITGC, p8- 36.

### /B/

**Bebba, S. (2011).** Essai de comportement de deux variétés de blé dur (*Triticum durum* L. var. Carioca et Vitron) conduite sous palmier dattier au niveau de la région d'Ouargla. Diplôme d'Ingénieur d'état en Agronomie Saharienne. Univ. Kasdi Merbah, Ouargla. 5p.

**Bengriche, T. et Tiliouine, N. (2017).** Analyses physico-chimiques et technologiques des farines issues du moulin de « Baghlia » Mémoire de master, Univ M'Hamed Bougara Boumerdès, 36p.

**Benhamou, N. (2009).** La Résistance chez les plantes : Principes de la stratégie défensive et applications agronomiques. Lavoisier, France. 376 p.

**Benhamou, N. et Rey, P. (2012).** Stimulateurs des défenses naturelles des plantes: une nouvelle stratégie phytosanitaire dans un contexte d'écoproduction durable. II. Intérêt des SDN en protection des cultures. *Phytoprotection*, 92(1),24–35.Pdf .

**Blanchard, A. (2007).** Les stimulateurs des défenses naturelles des plantes (SDN), histoire d'une innovation phytosanitaire (1977-2007), Deuxième labo, 56 bd Auguste Blanqui, 75013 Paris.pdf

**Bograd, M. (2011).** Analyse génétique et Eco physiologique de l'écart à la relation teneur en protéines – rendement en grains chez le blé tendre (*Triticum aestivum* L.). École doctorale science de la vie, santé, agronomie et environnement. Thèse doctorat : 17-18- 19p.

**Boufenar F. et Yalloui N., (2006).** Productivité, production et performance des exploitations agricoles adhérentes au programme d'intensification céréalière, campagne agricole 2002/2003 et 2003/2004. Revue céréaliculture N°45.51p.

**Brahim, I. (2023).** Evaluation d'infra-doses des métabolites primaires comme stimulateurs des défenses naturelles de la plante, sur pommier contre le Carpocapse (*Cydia pomonella* L.)(Lepidoptera; Tortricidae) (Doctoral dissertation, Université Batna 1 El Hadj Lakhdar).P 30.

**Brahimi, A.( 2017).** Variations phénotypiques pour la tolérance aux stress salin et hydrique chez le blé tendre (*Triticum aestivum* L.). Mémoire de Master. UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF - M'SILA. 76p

**Bruyère, J. Fontaine, L. et Rey, F. (2011).**Recherche de solutions alternatives de protection des semences de blé contre la carie commune de blé (*Tilletia* sp.). In J. Bruyere, L. Fontaine, F. Rey. 4ème Conférence Internationale sur les Méthodes Alternatives en Protection des Cultures. Evolution des cadres réglementaires européen et français. Nouveaux moyens et stratégies Innovantes, Nouveau Siècle, Lille, France (pp. 685-691).

*/C/*

**Centre de Conseil Agricole Maroco-Allemand. (2016)** fiche technique : principales maladies foliaires du blé.

**Chellali, B. (2007).** Marché mondial des céréales : L'Algérie assure sa sécurité alimentaire. <http://www.lemaghreb.dz.com/admin/folder01/une.pdf>.

**Cic., Conseil International des Céréales. (2016).** Les statistiques mondiales, calculées par le Conseil International des Céréales. Marché des céréales, 399p.

**Collignin B. 1986,** hydrogéologie appliqués des aquifères karstiques des monts de Tlemcen, Tome 1 : thèse doctorat nouveau.

**Cordier, C. et Alabovette, C. (2018).** Utilisation de produits biostimulants à base de microorganismes, d'acides aminés ou d'autres substances, INRA, 22 p.

*/D/*

**Donati, L. Bertin, S. Gentili, A. Luigi, M. Taglienti, A. Mangli, A. et Ferretti, L. (2022).** Effets des biostimulants organiques ajoutés à la zéolite sur les plants de courgettes infectés par le virus de la tomate Leaf Curl New Delhi. *Virus*, 14 (3), p607.

**Du Jardin P. (2015).** Plant Biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation. *Scientia Horti culturae*.

### /E/

El Kadi, A. S., Benomar, L., & Rachidi, M. (2019). Impact des biostimulants sur la performance de différentes variétés de blé dans des conditions de stress. **Journal of Agricultural Science**, 11, 45-53.

### /F/

**Faessel L., Gomy C., Nassr N., Tostivint C., Hipper C., Dechanteloup A., (2014).** Produits de stimulation en agriculture visant à améliorer les fonctionnalités biologiques des sols et des plantes. Étude des connaissances disponibles et recommandations stratégiques, rapport d'étude au ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt, Bio by Deloitte et RITMO Agroenvironnement, 148 p.

**Feillet, P. ( 2000) .** Le grain de blé composition et utilisation. Ed. INRA. Paris, 308 p.

### /G/

**García-Sánchez, F. Simón-Grao, S. Navarro-Pérez, V. et Alfosea-Simón, M. (2022).** Scientific Advances in Biostimulation Reported in the 5th Biostimulant World Congress. *Horticulturae*, 8(7), p665.

**Ghennai A., Zérafa Ch. et Benlaribi M. (2017).** Étude de la diversité génétique de quelques variétés de blé tendre (*Triticum aestivum* L.) et de blé dur (*Triticum durum* Desf.) selon la base des caractères de l'U.P.O.V. *Journal of Applied Biosciences* 113, 11246-11256.

### /H/

**Herault.B, (2015).** Produits de stimulation en agriculture visant à améliorer les fonctionnalités biologiques des sols et des plantes, CENTRE D'ETUDES ET DE PROSPECTIVE, Analyse N° 79, p02.pdf

**/I/**

**Inraa ,(2016).** Bilan de la campagne céréalière 2014/2015. Observatoire National des filières Agricoles et Agroalimentaires, 12 p.

**/J/**

**Jindo, K., Olivares, F. L., Malcher, D. J. P., Sánchez-Monedero, M. A., Kempenaar, C., Canellas, L. P. (2020).** From lab to field: Role of humic substances under open-field and greenhouse conditions as biostimulant and biocontrol agent. *Front. Plant Sci.* 11.

**Jing, L. Gerrewey, T. Geelen, D. (2022).** meta-analysis of biostimulant yield effectiveness in field trials. *Frontiers in Plant Science* 13, 836702 .

**/K/**

**Kamaruzzaman, m. Rahman, M. Islamm, S. et Ahmad, M.U. (2016).** Efficacy of four selective *Trichoderma* isolates as plant growth promoters in two peanut varieties. *International Journal of Biological Research*, 4 (2): 152-156.

**Kumar, H. D., et Alope, P. (2020).** Role of biostimulant formulations in crop production : An overview. *Int. J. Appl. Res. Vet. M*, 8, 38-46.

**Karakas, A. (2011).** Motivational Attitudes of ELT Students towards Using Computers for Writing and Communication. *The Journal of Teaching English with Technology*, 11(3), 37-53. (2011).

**/L/**

**Laala Z. Oulmi A. Saraoui T. Haddad L., Nouar H. Benmahammed A. et Bouzerzour H., (2009).** Effet de la sélection de la biomasse et des epis sur le rendement du blé dur (*Triticum durum* Desf) sous conditions semi-arides.1 : Vol. 1 N° 4.

**Lakhdari, W. Dehliz, A. Mlik, R. Chergui, S. Benlamoudi, W. Lakhdari, F. et Hammi, H. (2020).** Agro-morphological response of corn (zea mays L.) to a biostimulant from the southe a steran algeria , agro-morphological.

**Laurent E. A., Ahmed N., Durieu C., Grieu P. & Lamaze T. (2020).** Marine and fungal biostimulants improve grain yield, nitrogen absorption and allocation in durum wheat plants. The Journal of Agricultural Science 158, 279-287.

**Laurent, E. Nawel, A. Durieu, C. Lamaze, T. (2020).** Marine and fungal biostimulants improve grain yield, nitrogen absorption and allocation in durum wheat plants. The Journal of Agricultural Science 158 (4), 279-287.

**Lemaître-Guillier, C. Hovasse, A. Schaeffer-Reiss, C. Ghislaine, R. Benoît, P. Sophie, T. Xavie, A. Marielle, A. Claire Héloir, A. (2017).** Proteomics towards the understanding of elicitor induced resistance of grapevine against downy mildew. journal of protection .156 p 113-125.

/M/

**Maachi, L. (2005)** .Etude de comportement d'une céréale à grains sous centre pivot dans la région de Ouargla : Evaluation de l'efficacité de l'irrigation et de la fertilisation azotée, Thèse., Ing, agro, Sah. ITAS, Ouargla, 91p.

**Mahboub, S. (2017).** Contribution a l'étude des maladies de quelques variétés de lavigne dans la région de Tlemcen.p66.

**Medjahdi, B. (2010).** Réponse de la végétation du littoral oranais aux perturbations : cas des monts de Trara (nord-ouest de l'Algérie). Thèse Doctorat : Univ. De Tlemcen. 370 p.

**Megafol, (2016)** .Spécial biostimulant. Référence environnement, 5 p

**Mekkioui, A. (1989).** Etude bioclimatique des méditerranéennes occidentales et de l'ouest algérien. Thèse D.E.S Dep. Bio. Fa c. Sci. Uni. Tlemcen 111p.

**Moule, C. (1971).** Céréales Tom 2. La Maison Rustique –Paris. 95p

**Moule, C. (1971).** Les céréales Tome 2. La maison rustique, paris :1-12-13-14-15-16- 17- 18-21-22-23-45-46-47 p.

**/O/**

**Oosten, V MJ. Pepe, O. Pascale, S. Silletti, S. Maggio, A. (2017).** The role of biostimulants and bioeffectors as alleviators of abiotic stress in crop plants. Chemical and biological Technologies In Agriculture 4:5.pdf.

**/P/**

**Paradiković, N. Teklić, T. Zeljković, S. Lisjak, M. Špoljarević, M. (2019).** Biostimulants research in some horticultural plant species—a review. Food Energy Secur. 8, 1–17. 10.1002/fes3.162.

**Pérez-Jaramillo, J. Mendes, R. Raaijmakers, M. (2016).** Impact of plant domestication on rhizosphere microbiome assembly and functions. Plant molecular biology 90, 635-644.

**Povero, G. Mejia, J.F. Tommaso, D. Piaggese, A. Warrior, P. (2016).** A Systematic Approach to Discover and Characterize Natural Plant Biostimulants. Frontiers in Plant Science, vol. 7 pp.435. .pdf.

**/R/**

**Rouphael, Y. et Colla, G. (2020).** Editorial : Biostimulants in Agriculture. Frontiers in Plant Science, 11.

**Rousset, M. Triboi, E. Branlard, G. et Godon, B. (1985).** Influence du génotype et du milieu sur les tests d'appréciation de la valeur d'utilisation du blé tendre (*Triticum aestivum* em. Thell.) dans les industries de cuisson. Agronomie, 5(7), 653-663.

**/S/**

**Soltner, D. (1988).** Les grandes productions végétales céréales plantent sarclées. 16ème édition, collection sciences et techniques agricole. P : 466-229.

**Stum, H. (2017).** Le blé. édition France agrocole. Production végétale et grandes cultures. 269 p.

**Symbiose. (2017).** Les substances humiques. DIGOIN. 4.p

**/T/**

**Titouan, B.(2016).** Réponse du grain de blé à la nutrition azotée et soufrée : Étude intégrative des mécanismes moléculaires mis en jeu au cours du développement du grain par des analyses –omiques.

**/V/**

**Vincent, J. (2014).** Inférence des réseaux de régulation de la synthèse des protéines de réserves du grain de blé tendre en réponse à l’approvisionnement en azote et en soufre. Unis Balaise Pascal, Auvergne. Thèse de doctorat: 19-20-21p.

**/X/**

**Xiaojie, C. Donghong, M. Tauqeer, A. Y. et Yin-Gang, H. (2012).** Evaluation of 14 morphological, yieldrelated and physiological traits as indicators of drought tolerance in Chinese winter bread wheat revealed by analysis of the membership function value of drought tolerance (MFVD). Field Crops Research 137, 195-201.

**/Y/**

**Yakhin, O.I. Lubyanyov, A.A. Yakhin, I.A. et Brown P.H. (2017).** Biostimulants in Plant Science : A global Perspective. Frontiers in Plant Science. A Global Perspective. Front. Plant Sci.7, pp 20-49.

**/Z/**

**Zahri, S. Farih, A. et Douira, A. (2014).** Statut des principales maladies cryptogamiques foliaires du blé au Maroc en 2013. Journal of Applied Biosciences, 77, 6543-6549.

**Sitographie**

**Site web 01,** <http://www.mulubrok.fr/archives/2019/03/29/37208426.html>

**Site,web 03 ,**

[https://scholar.google.com/scholar?hl=fr&as\\_sdt=0%2C5&as\\_ylo=2023&q=https%3A%2F%](https://scholar.google.com/scholar?hl=fr&as_sdt=0%2C5&as_ylo=2023&q=https%3A%2F%2Fwww.mulubrok.fr/archives/2019/03/29/37208426.html)

2Fwww.ers.usda.gov%2Fwebdocs%2Foutlooks%2F106713%2Fwhs-23f.pdf%3Fv%3D901.4&btnG=

**Site web 03,** <https://www.world-grain.com/articles/18792-algerias-wheat-barley-crop-outlook-cut>.

**Site web 04,** <https://fas.usda.gov/data/algeria-grain-and-feed-annual-7>.

**Site web 05,** <https://www.syngenta.fr/traitements/rouille-jaune-du-ble>.

**Site web 06,** [https://www.bayer-agri.fr/culture/la-carie-du-ble-une-maladie-de-la-semenceenrecrudescence\\_3966/](https://www.bayer-agri.fr/culture/la-carie-du-ble-une-maladie-de-la-semenceenrecrudescence_3966/).

**Site web 07,** [www.agro.basf.fr/fr/cultures/ble/maladies-du-ble/fusariose-du-ble.html](http://www.agro.basf.fr/fr/cultures/ble/maladies-du-ble/fusariose-du-ble.html).

**Cdc ,2021,** <https://centre-developpement-agroecologie.fr/formation-agroecologie/>