



UNIVERSITY MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI  
BOREJ BOU ARRERIEJ

UNIVERSITY MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI  
BOREJ BOU ARRERIEJ

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre et de l'Univers

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة محمد البشير الإبراهيمي برج بوعريريج

Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi B.B.A.

كلية علوم الطبيعة والحياة وعلوم الارض والكون

قسم العلوم الفلاحية

Département des Sciences Agronomiques



UNIVERSITY MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI  
BOREJ BOU ARRERIEJ

UNIVERSITY MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI  
BOREJ BOU ARRERIEJ

# Mémoire

En vue de l'obtention du Diplôme de Master

Domaine Des Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Agronomiques

Spécialité : Amélioration de la production végétale

## Thème

**Comportement de quelques génotypes de maïs (*Zea mays* L.) vis-à-vis du stress hydrique en phase de germination**

Présenté par :

✓ Sellami Meriem

✓ Haboul Hadjira

Devant le jury :

Président : M<sup>m</sup> BELKASMI F. MAA (Univ BBA)

Encadrant: M<sup>m</sup> MAAFI O. MAA (Univ BBA)

Examineur : M<sup>f</sup> OULD KIAR R. MAA (Univ BBA)

Année universitaire : 2016/2017

## *Remerciements*

*Tout d'abord nous remercions Allah le tout  
Puissant qui nous a éclairées vers le bon chemin.*

*Je tiens à remercier sincèrement notre enseignante Maafi  
Oula pour ses conseils avisés et ses encouragements  
constants, pour la réalisation de ce mémoire.*

*A Madame Belkasmi d'avoir accepté de présider le jury  
A Monsieur Ould Kiar d'avoir accepté d'examiner ce  
travail*

*Nos vifs remerciements vont à tous les enseignants, ainsi  
qu'aux personnes qui ont participé de près ou de loin au bon  
déroulement de mon travail.*

*Je tiens à remercier également tous les enseignants qui ont  
contribué à notre formation, durant nos 5 années d'études.*

### **Liste des abréviations:**

<b>C °</b>	Celsius
<b>Cm</b>	Centimeter
<b>g</b>	Gram
<b>Ha</b>	Hectare
<b>Kg</b>	kilo-gram
<b>m</b>	Mètre
<b>mg</b>	milligramme
<b>ml</b>	Millilitre
<b>mm</b>	Millimètre
<b>PF</b>	Poids Frais
<b>PS</b>	Poids sec

## Liste des figures

<b>Figure N°1</b> : Anatomie du maïs .....	2
<b>Figure N°2</b> : Schéma représentatif de mode d'obtention des différents génotypes .....	6
<b>Figure N°3</b> : Semis les graines du maïs dans les boites pétri.....	8
<b>Figure N°4</b> : Mise en place des graines dans un incubateur .....	8
<b>Figure N°5</b> : Germination des graines des maïs.....	9
<b>Figure N°6</b> : Peser les racines et les coléoptiles par une balance de précision .....	9
<b>Figure N°7</b> : Mesurer les racines et les coléoptiles par papier millimétrique .....	10
<b>Figure N°8</b> : Placer les coléoptiles et les racines dans un incubateur .....	10
<b>Figure N°9</b> : Moyenne de taux de germination des graines de maïs selon les doses d'eau...	13
<b>Figure N°10</b> : Moyenne de poids frais des racines selon les doses d'eau.....	13
<b>Figure N°11</b> : Moyenne de poids sec des racines selon les doses d'eau.....	14
<b>Figure N°12</b> : Moyenne de poids frais des coléoptiles selon les doses d'eau.....	14
<b>Figure N°13</b> : Moyenne de poids sec des coléoptiles selon les doses d'eau.....	15
<b>Figure N°14</b> : Moyenne de la longueur des racines selon les doses d'eau. ....	15
<b>Figure N°15</b> : Moyenne de poids frais des racines par unité selon les doses d'eau.....	16
<b>Figure N°16</b> : Moyenne de poids sec des racines par unité selon les doses d'eau.....	16
<b>Figure N°17</b> : Moyenne de poids frais sur le poids sec des racines selon les doses d'eau. ....	17
<b>Figure N°18</b> : Moyenne de la longueur des coléoptiles selon les doses d'eau. ....	17
<b>Figure N°19</b> : Moyenne de poids frais par unité des coléoptiles selon les doses d'eau.....	18
<b>Figure N°20</b> : Moyenne de poids sec par unité des coléoptiles selon les doses d'eau.....	18
<b>Figure N°21</b> : Moyenne de poids frais sur le poids sec des coléoptiles selon les doses d'eau. .....	19

## Liste de tableaux

<b>Tableau N°1 : Matériel utiliser durant la pratique expérimentale.....</b>	<b>7</b>
--	----------

## Sommaire

Résumé

Introduction

### Chapitre I : Revues bibliographiques

I.1 Anatomie du maïs .....	2
I.2 Culture de maïs .....	2
I.3 Contraintes de la culture de maïs .....	3
I.4 Stress hydrique .....	3
I.5 Paramètres affectés par le stress hydrique .....	3
I.5.1 Photosynthèse .....	3
I.5.2 Alimentation minérale .....	3
I.5.3 Croissance des organes reproducteurs .....	4
I.5.4 Croissance végétative .....	4
I.5.5 Rendement et composition du grain .....	4

### Chapitre II : Matériel et méthodes

II.1 Objectif de l'essai .....	5
II.2 Matériel végétal .....	5
II.3 Matériel utilisé .....	7
II.4 Méthode de travail .....	7
II.5 Traitements statistiques des données statistiques .....	11

### Chapitre III : Résultats et discussion

III. Résultats et discussion .....	13
III.1 Résultats .....	13
III.1.1 Taux de germination .....	13
III.1.2 Poids frais des racines (mg) .....	13
III.1.3 Poids sec des racines (mg) .....	14
III.1.4 Poids frais des coléoptiles (mg) .....	14
III.1.5 Poids sec des coléoptiles (mg) .....	15
III.1.6 Moyenne de la longueur des racines .....	15
III.1.7 Poids frais par unité des racines .....	16
III.1.8 Poids sec par unité des racines .....	16
III.1.9 PF/PS des racines .....	17
III.1.10 Moyenne de la longueur des coléoptiles (mm) .....	17
III.1.11 Poids frais par unité des coléoptiles .....	18
III.1.12 Poids sec par unité des coléoptiles .....	18
III.1.13 PF/PS des Coléoptiles .....	19
III.2 Discussion .....	20

Conclusion

**Références bibliographies**  
**Annexes**

# **Introduction**

Les céréales constituent de loin la ressource alimentaire la plus importante au monde à la fois pour la consommation humaine et pour l'alimentation du bétail.

En Algérie la production des céréales, occupe environ 80% de la superficie agricole utile du pays, La superficie emblavée annuellement en céréales se situe entre 3 et 3,5 million d'ha. Les superficies annuellement récoltées représentent 63% des emblavures. Elle apparait donc comme une spéculation dominante (Djermoun, 2009).

Parmi ces céréales le maïs qui considéré comme matière première largement utilisée dans la production d'aliment de bétail et de volaille, le maïs occupe une part importante dans la structure des importations céréalières de l'Algérie depuis des années.

Parmi les régions ayant un fort potentiel pour la production du maïs, Naâma, Biskra, Ouargla et Ghardaïa avec des rendements qui sont estimés entre 80 et 100 quintaux/ha.

Le stress hydrique, limitent sérieusement la croissance des plantes ainsi que la productivité végétale (Wang *et al.*, 2003). Le stress hydrique a été défini comme une baisse de la disponibilité de l'eau, traduisant par une réduction de la croissance de la plante et/ou de sa production par rapport au potentiel du géotype. La contrainte hydrique est le facteur ou l'ensemble de facteurs ayant pour conséquence le stress.

En effet, Chaque année, les surfaces perdues à cause du stress hydrique varient autour de 20 millions d'ha dans le monde. En Algérie, la situation est particulièrement grave où les rendements sont faibles (moins de 10 qx/ha) (Kara et Bellkhiri, 2011).

À travers cette synthèse bibliographique, nous nous intéresserons à l'importance de la culture de maïs (*Zea mays L.*) en Algérie et; l'importance économique de la production du maïs et l'effet de stress hydrique sur la plante ainsi qu'aux différentes stratégies d'adaptations.

À travers de la partie de l'expérimentation, notre présente étude pour définir les mécanismes de tolérance de quatre populations de maïs (*Zea mays L.*) sous stress hydrique. Durant notre expérimentation, nous nous sommes intéressés à plusieurs paramètres physiologique étudier à la germination des graines de maïs sous différentes doses d'eau.

Dés lors d'interrogation se superposent : quelle sont les géotypes qui peuvent adapter et germer sous stress hydrique?

**Chapitre I**  
**Revue**  
**bibliographique**

## I.1 Anatomie du maïs

Le maïs (*Zea mays*, famille des Poacées) est une plante herbacée annuelle de 40 cm pouvant atteindre 5 m (Maïga *et al.*, 2012). De nombreuses variétés existent selon les différentes caractéristiques, mais celles couramment cultivées ont une taille variable d'1 à 3 m (Maïga *et al.*, 2012).



Figure N°1 : Anatomie du maïs (Maïga A *et al.*, 2012).

## I.2 Culture de maïs

### a. Culture de maïs en Algérie

- ✓ Les variétés cultivées

Le maïs rencontrés en Algérie peuvent être classés en trois grandes catégories, suivant l'origine de semence: le maïs indigène ; le maïs européen ; le maïs exotique.

- ✓ Le rendement

Le rendement algérien en maïs est très variable suivant les années, la culture et les lieux (Laumont., 2005).

Le rendement est très faible entre (1938-2005) traduit le peu de soins accordés à la culture du maïs en Algérie (Laumont., 2005).

### b. Culture de maïs en le monde

Le maïs est la première céréale produite au monde (Bassaler., 2000). Les Etats-Unis détiennent le quasi-monopole sur le marché mondial du maïs avec 40 % de la production et les trois quarts du commerce (Bassaler ., 2000). L'Europe, avec 5 % seulement de la production mondiale, fait figure de « nain jaune ». Mais, la France ;en particulier, le Grand Sud-ouest, son grenier à maïs ; est de loin le premier pays producteur de maïs en Europe (plus de 40 %) (Bassaler., 2000).

### **I.3 Contraintes de la culture de maïs**

La contrainte hydrique est le facteur ou l'ensemble de facteurs ayant pour conséquence le stress. D'autres auteurs limitent la définition du stress aux seules conditions correspondant à une hydratation sub-optimale des tissus. Le stress hydrique provoqué par un déficit en eau constituant un menace permanent pour la survie des plantes, néanmoins, beaucoup d'entre elles produisent des modifications morphologiques et physiologiques qui leurs permettent de survivre dans les régions de faible pluviosité et dont la teneur en eau des sols est peu élevée (Hopkins., 2003).

Cause principale du stress hydrique, la sécheresse est, au sens climatique, une période pendant laquelle les précipitations sont très inférieures à la normale, c'est une période durant laquelle les débits sont très inférieurs à la moyenne (Turner., 1979).

### **I.4 Stress hydrique**

Les stress environnementaux, notamment le stress hydrique, limitent sérieusement la croissance des plantes ainsi que la productivité végétale (Wang et al., 2003) Le déficit hydrique est une contrainte abiotique majeure de la production agricole. Tout d'abord par son impact négatif sur le rendement de culture et la qualité des produits (Benkhellef., 2016).

### **I.5 Paramètres affectés par le stress hydrique**

#### **I.5.1 Photosynthèse**

Parmi les modifications physiologiques liées au stress hydrique, la régulation stomatique qui influe sur la photosynthèse et la respiration, est la plus importante. Plusieurs travaux permettent de voir comment les organes végétaux sont affectés par la sécheresse. La baisse du potentiel hydrique de la plante se traduit principalement par une diminution de la pression de turgescence puis une régulation stomatique. Donc un stress hydrique, en provoquant la fermeture des stomates se traduit par un ralentissement de la photosynthèse en même temps que la transpiration (Teulat et al., 1997). La sécheresse menace la capacité de la plante à maintenir sa photosynthèse (Escalona et al., 2012).

#### **I.5.2 Alimentation minérale**

Le déficit hydrique induit un déficit de nutrition azotée qui provient principalement des réductions de flux d'azote au niveau des racines et de la réduction des échanges entre les parties aériennes et racinaires du fait de la chute de la transpiration (Dugo., 2002). Le facteur

d'aridité peut affecter la nutrition phosphatée dans les zones semi-arides en réduisant de manière drastique les possibilités de désorption des ions phosphate depuis la phase solide du sol et de leur transfert vers la racine. En effet 95% du phosphore prélevé doit être désorbé avant d'être transféré vers la plante (Turner., 1979).

### **I.5.3 Croissance des organes reproducteurs**

De la même manière que pour les organes végétatifs, la croissance des jeunes organes reproducteurs (ovules, fleurs puis graines) ainsi que leur nombre (défini par des processus de ramification) sont limités en cas de déficit hydrique. Il en résulte une réduction du nombre de grains, qui aura un effet sur le rendement même si les conditions hydriques redeviennent favorables (Benkhellef., 2016).

### **I.5.4 Croissance végétative**

Le développement végétatif d'une plante cultivée sous conditions hydriques limitantes est fortement perturbé (Chaves et al., 2002). On note principalement une diminution importante de la taille, de la longueur des entre nœuds, du nombre de feuilles voire de la surface foliaire (Attia., 2007). Les plantes soumises à un déficit hydrique voient généralement leur sénescence foliaire s'accélérer; et une perte trop importante d'eau peut conduire à la mort des cellules (Bouchabke et al., 2006 ).

### **I.5.5 Rendement et composition du grain**

Selon le positionnement dans le cycle de développement et l'intensité de la contrainte hydrique, les stress hydriques influencent les rendements ainsi que la composition biochimique des graines (Benkhellef., 2016).

# **Chapitre II**

## **Matériel et méthodes**

## II.1 Objectif de l'essai

La présente étude a pour but l'étude des mécanismes de tolérance de quatre populations de maïs (*Zea mays L.*) sous stress hydrique. Durant notre expérimentation, nous nous sommes intéressées à plusieurs paramètres physiologiques liés à la croissance et au développement des graines de maïs sous différentes doses d'eau.

## II.2 Matériel végétal

L'étude a porté sur quatre populations de maïs : trois populations d'origine Espagnol (EPS13, EPS14 et l'hybride EPS13×EPS14) et, un hybride commercial : le H<sub>2</sub>O- 66 d'origine Egyptien.

### ➤ Description des populations :

- **EPS 13** : c'est une population synthétique du nord de l'Espagne (climat humide) obtenu à partir de trois cycles de sélection intra population de l'EPS6. L'EPS6 est issue d'un croisement de quatre populations de la même zone, elle est caractérisée par une floraison précoce et des grains cornés jaunes.
- **EPS 14**: c'est une population synthétique du sud de l'Espagne (climat sec) issue de trois cycles de sélection intra-population de l'EPS7. L'EPS7 est le résultat de croisement de quatre populations de la même région. Elle possède des grains jaunes semis cornés.

Ces deux génotypes ont été soumis à trois cycles de sélection récurrente réciproque des frères complets (full-sib reciprocal recurrent selection) pour le caractère rendement en grain.

- **EPS13×EPS14** : c'est le groupe hétérotique le plus performant et le plus utilisé en Espagne (Figure 02).

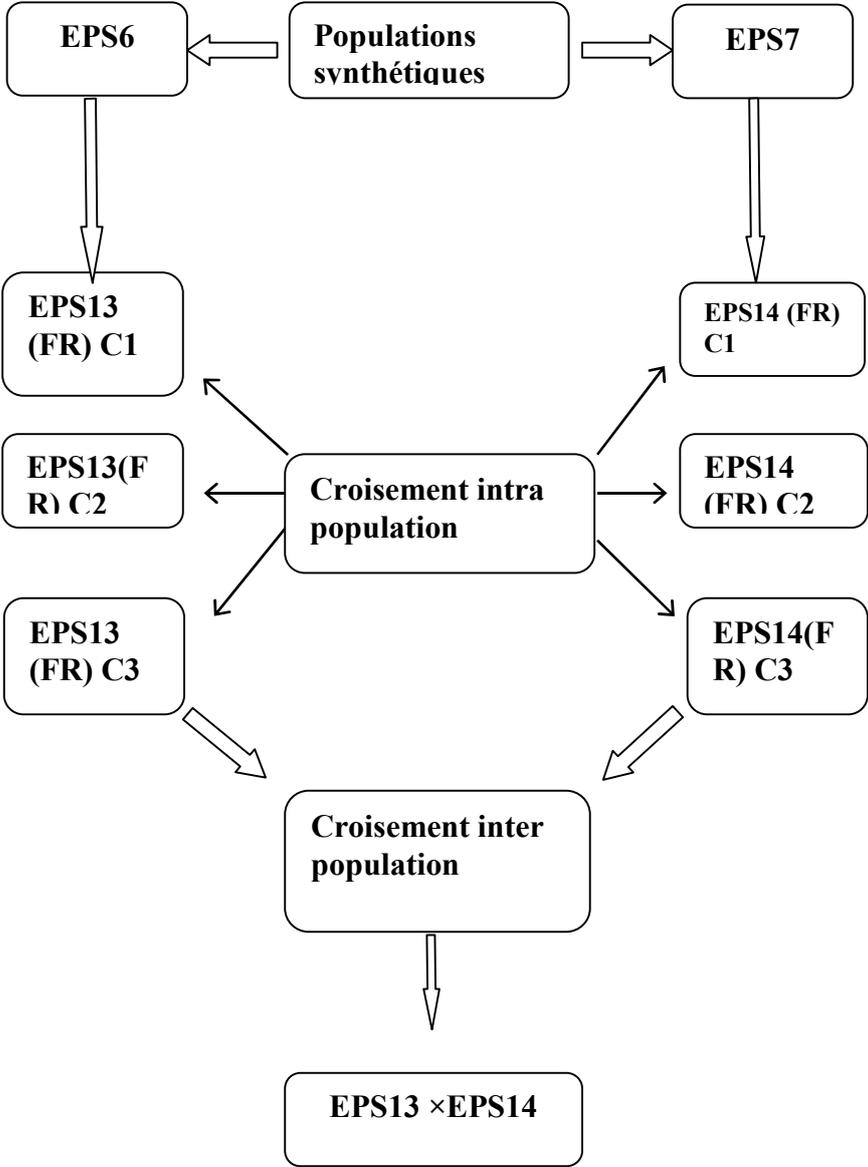
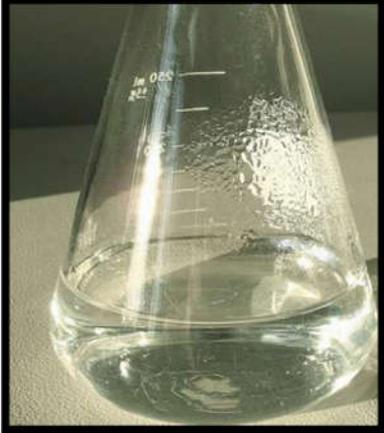


Figure N°2: Schéma représentatif de mode d'obtention des différents génotypes

**II.3 Matériel utilisé**

L'emploi de variétés adaptées, suite à leur cycle de développement plus court, esquivant les contraintes climatiques de fin de cycle, ou bien possédant une résistance intrinsèque, permet aussi de donner une certaine régularité à la production

**Tableau N°1 : Matériel utiliser durant la pratique expérimentale**

Papier buvard	Micropipette	Boîtes pétris
		
Eau distillée	Incubateur	Balance de précision
		

**II.4 Méthode de travail**

Mesure des doses optimales pour le maïs au stade de la germination est réalisé selon la méthode suivante :

- Nous prélevons des semences des quatre génotypes (G1, G2, G3, G4) du maïs (*Zea mays*).
- Nous mettons dans des boites pétries le papier buvard, autant que chaque boite contient cinq graines.

- On prélève l'eau distillé avec des micropipettes de 5 ml, 10 ml et l'autre du 20 ml pour irriguer les semences avec 3 répétitions pour chaque dose puis fermer les boites avec l'étiquetage (Figure N°3)



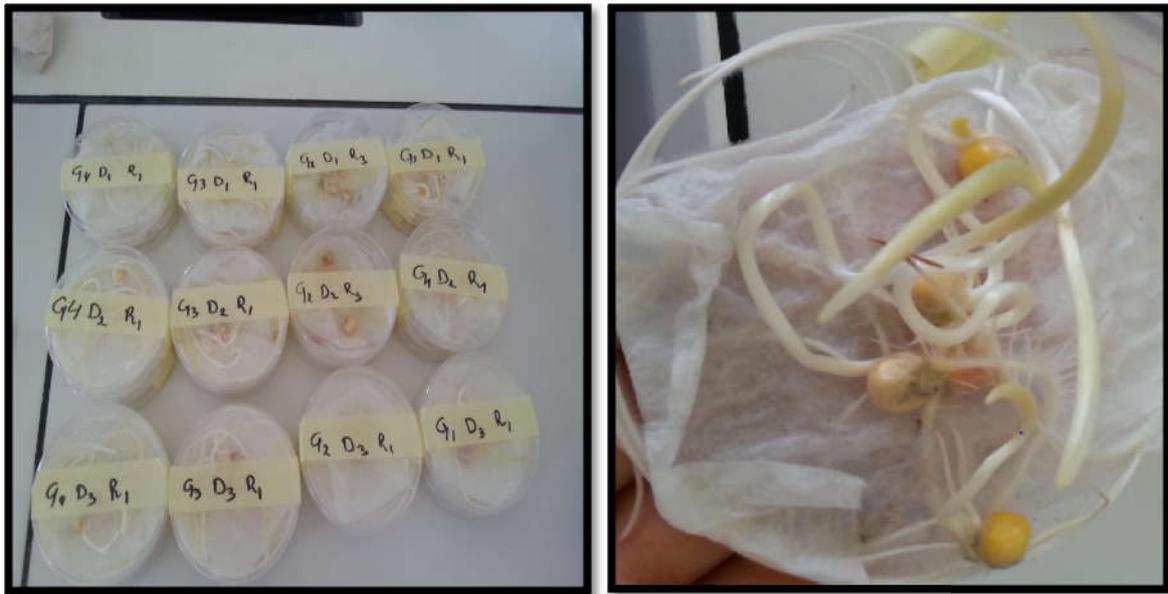
**Figure N°3:** Semis les graines du maïs dans les boites pétri

- Ensuite nous les plaçons à l'incubateur pendant 5 jours avec température de 22° C pour facilité la germination où se trouve les conditions favorable (température ; l'humidité et lumière) (Figure N°4).



**Figure N°4 :** Mise en place des graines dans un incubateur

- Noter les graines qui sont germé (Figure N°5).



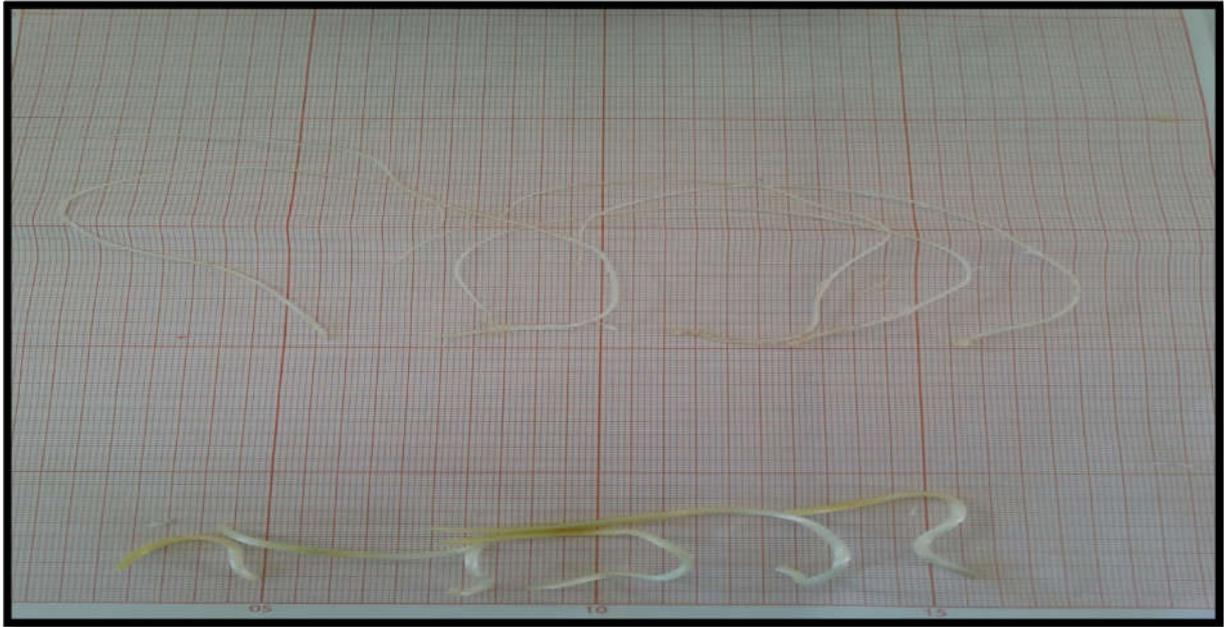
**Figure N°5 :** Germination des graines des maïs

- puis nous les pesons à l'aide d'une balance de précision pour obtenir le poids frais (PF) des coléoptiles et les racines principales du chaque graine (Figure N°6).



**Figure N°6 :** Peser les racines et les coléoptiles par une balance de précision

- Mesure la hauteur des coléoptiles et des racines principales à l'aide d'un papier millimétrique (Figure N°7).



**Figure N°7 :** Mesurer les racines et les coléoptiles par papier millimétrique

- On sépare les racines et les coléoptiles de chaque boîte pétrie dans des sachets en papier pour les placer dans l'étuve avec température de 40° C pendant 72 h pour le séchage totale des coléoptiles et des racines (Figure N°8).



**Figure N°8 :** Placer les coléoptiles et les racines dans un incubateur

- Puis nous les pesons à l'aide d'une balance de précision pour obtenir le poids sec (PS)

## II.5 Traitements statistiques des données statistiques

L'ensemble des données a été saisi dans des tableaux Excel, qui ont servi à effectuer des statistiques descriptives en utilisant le logiciel SPSS.23 (Statistical package for social science) pour calculer la moyenne, analyser la variance et réaliser des traitements graphiques.

Le seuil de signification retenu est à 0.05.

### II.5.1 Effet génotype

ANOVA

	Somme des carrés	DDL	Carré moyen	F	Significatif
Taux de la Inter-germination groupes	91,639	3	30,546	24,437	0,000
	Intragroupes 40,000	32	1,250		
	Total 131,639	35			
Poids sec Inter-groupes	3267,514	3	1089,171	6,693	0,002
	Intragroupes 4231,244	26	162,740		
	Total 7498,759	29			
Coléoptile poids frais Inter-groupes	3354233,552	3	1118077,851	11,951	0,000
	Intragroupes 2432413,776	26	93554,376		
	Total 5786647,328	29			
Coléoptile poids sec Inter-groupes	22661,879	3	7553,960	12,329	0,000
	Intragroupes 15930,753	26	612,721		
	Total 38592,632	29			
moyenne de la longueur des racines Inter-groupes	357,658	3	119,219	10,800	0,000
	Intragroupes 287,007	26	11,039		
	Total 644,665	29			
poids sec par unité Inter-groupes	130,701	3	43,567	6,693	0,002
	Intragroupes 169,250	26	6,510		
	Total 299,950	29			
PF/PS Inter-groupes	238,992	3	79,664	11,326	0,000
	Intragroupes 182,870	26	7,033		
	Total 421,862	29			

moyenne de la longueur de coléoptile	Inter-groupes	153,148	3	51,049	12,898	0,000
	Intragroupes	102,906	26	3,958		
	Total	256,055	29			
poids frais par unité	Inter-groupes	134169,342	3	44723,114	11,951	0,000
	Intragroupes	97296,551	26	3742,175		
	Total	231465,893	29			
poids sec par unité	Inter-groupes	906,475	3	302,158	12,329	0,000
	Intragroupes	637,230	26	24,509		
	Total	1543,705	29			
Coléoptile PF/PS	Inter-groupes	118,308	3	39,436	8,823	0,000
	Intragroupes	116,215	26	4,470		
	Total	234,523	29			

# **Chapitre III**

## **Résultats et discussion**

### III. Résultats et discussion

#### III.1 Résultats

##### III.1.1 Taux de germination

Pour le caractère de la germination l'analyse statistique a montré une signification concernant les génotypes (Figure N°9).

La moyenne la plus élevée a été enregistré chez le génotype 3 avec une valeur de 4,33 tant des que la valeur la plus faible a été enregistré chez le génotype 2 avec une valeur de 0,44.

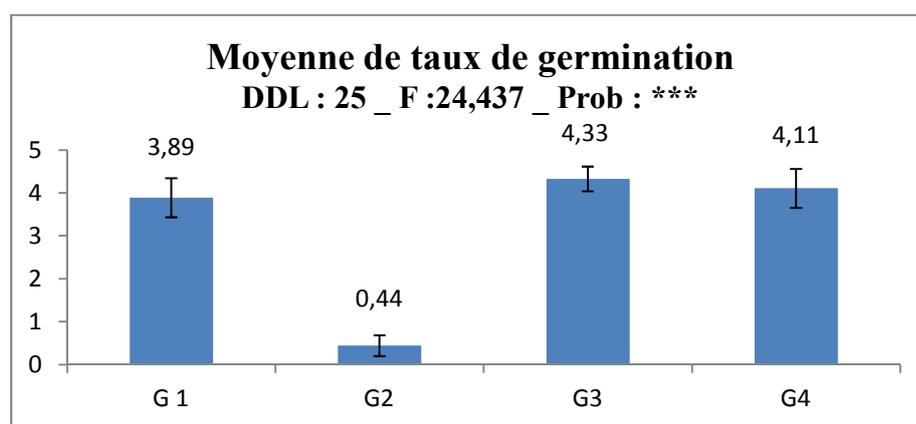


Figure N°9 : Moyenne de taux de germination des graines de maïs selon les doses d'eau.

##### III.1.2 Poids frais des racines (mg)

Pour le caractère de poids frais des racines l'analyse statistique n'a montré aucune signification concernant les génotypes (Figure N°10).

La moyenne la plus élevée a été enregistré chez le génotype 4 avec une valeur de 96,5222 tant des que la valeur la plus faible a été enregistré chez le génotype 2 avec une valeur de 35,7667.

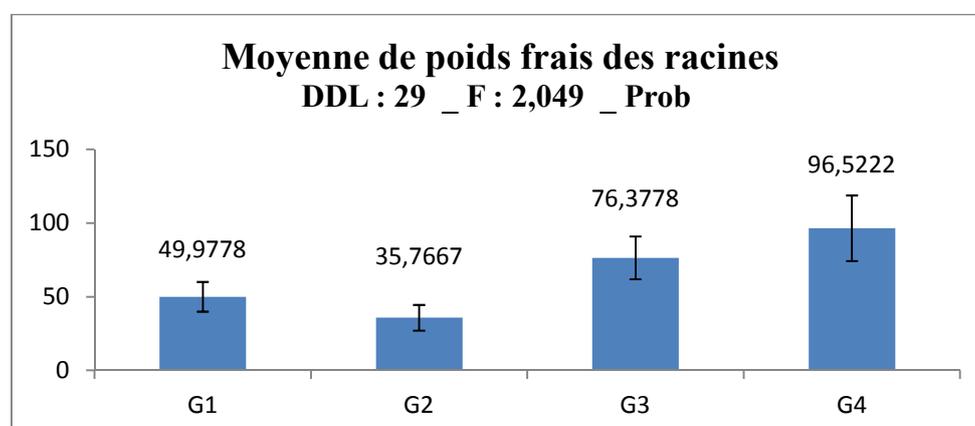


Figure N°10: Moyenne de poids frais des racines selon les doses d'eau.

### III.1.3 Poids sec des racines (mg)

Pour le caractère de poids sec des racines l'analyse statistique a montré une signification concernant les génotypes (Figure N°11).

La moyenne la plus élevée a été enregistré chez le génotype 3 avec une valeur de 37,633 tant des que la valeur la plus faible a été enregistré chez le génotype 2 avec une valeur de 3,733.

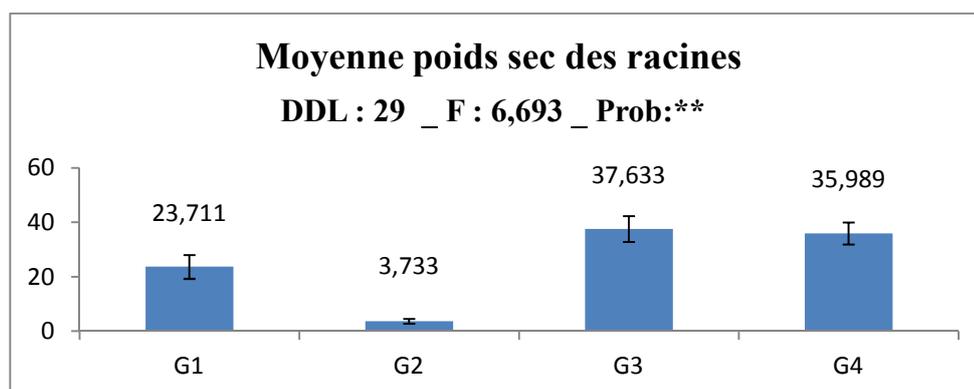


Figure N°11: Moyenne de poids sec des racines selon les doses d'eau.

### III.1.4 Poids frais des coléoptiles (mg)

Pour le caractère de poids frais des coléoptiles l'analyse statistique a montré une signification concernant les génotypes (Figure N°12).

La moyenne la plus élevée a été enregistré chez le génotype 4 avec une valeur de 1049,711 tant des que la valeur la plus faible a été enregistré chez le génotype 2 avec une valeur de 34,767.

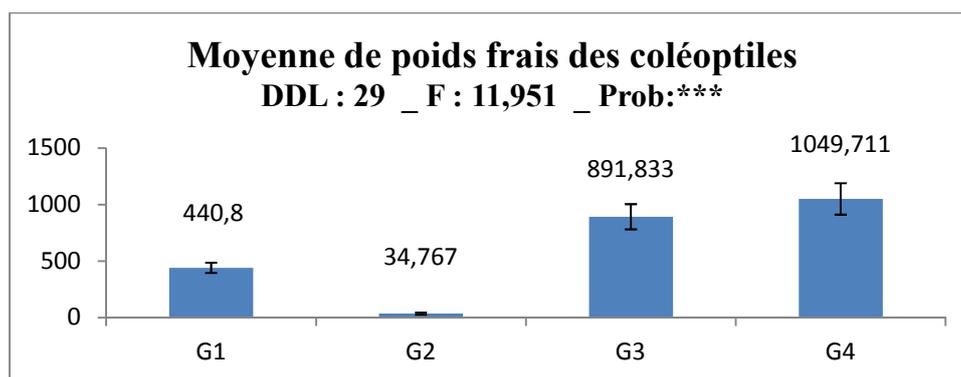
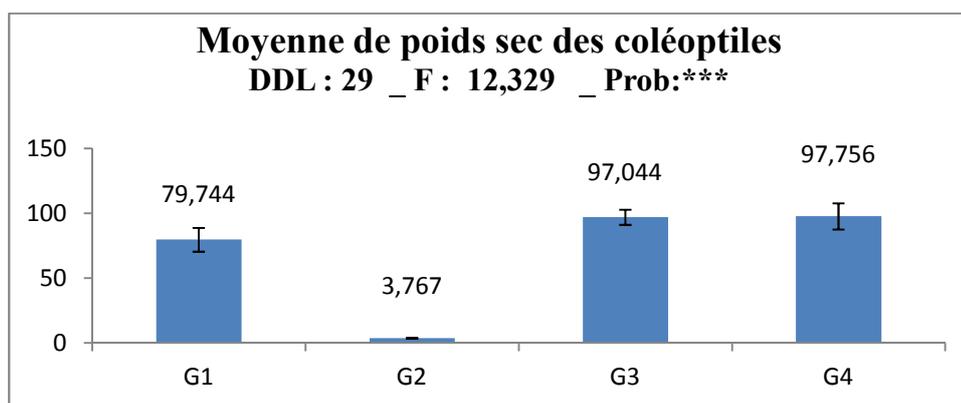


Figure N°12: Moyenne de poids frais des coléoptiles selon les doses d'eau

### III-1-5 Poids sec des coléoptiles (mg)

Pour le caractère de poids sec des coléoptiles l'analyse statistique a montré une signification concernant les génotypes (Figure N°13).

La moyenne la plus élevée a été enregistré chez le génotype 4 avec une valeur de 97,756 tant des que la valeur la plus faible a été enregistré chez le génotype 2 avec une valeur de 3,767.

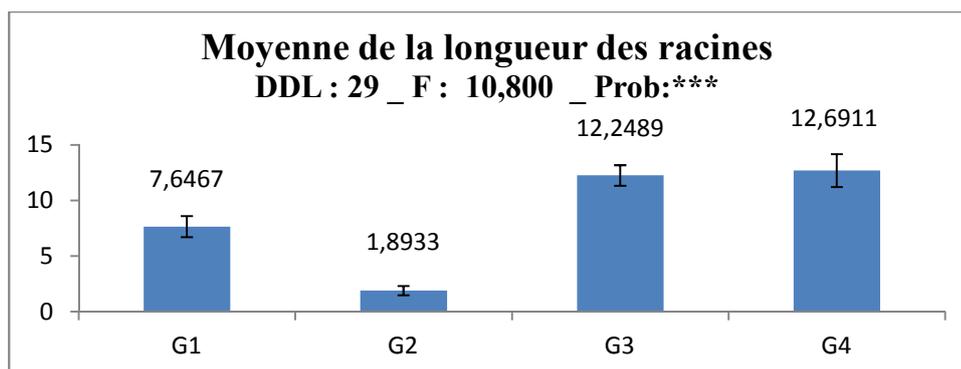


**Figure N°13:** Moyenne de poids sec des coléoptiles selon les doses d'eau

### III.1.6 Moyenne de la longueur des racines

Pour le caractère de la moyenne de la longueur des racines l'analyse statistique n'a montré aucune signification concernant les génotypes (Figure N°14).

La moyenne la plus élevée a été enregistré chez le génotype 4 avec une valeur de 12,6911 tant des que la valeur la plus faible a été enregistré chez le génotype 2 avec une valeur de 1,8933.

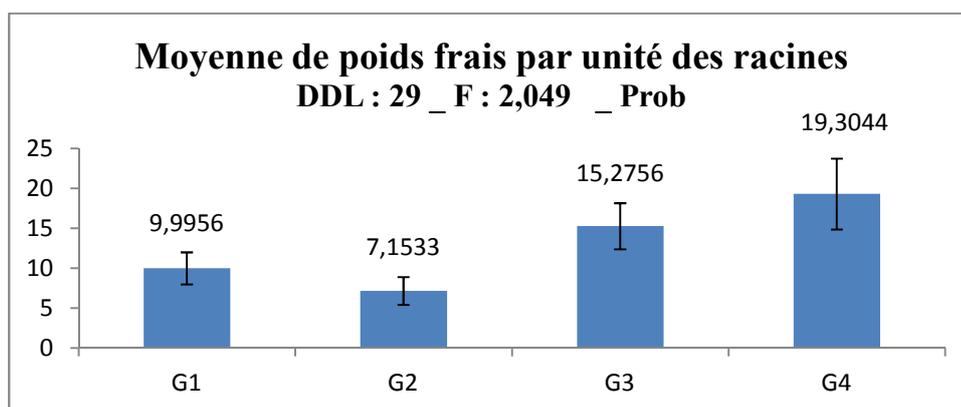


**Figure N°14 :** Moyenne de la longueur des racines selon les doses d'eau.

### III.1.7 Poids frais par unité des racines

Pour le caractère poids frais par unité des racines l'analyse statistique n'a montré aucune signification concernant les génotypes (Figure N°15).

La moyenne la plus élevée a été enregistré chez le génotype 4 avec une valeur de 19,3044 tant des que la valeur la plus faible a été enregistré chez le génotype 2 avec une valeur de 7,152756.

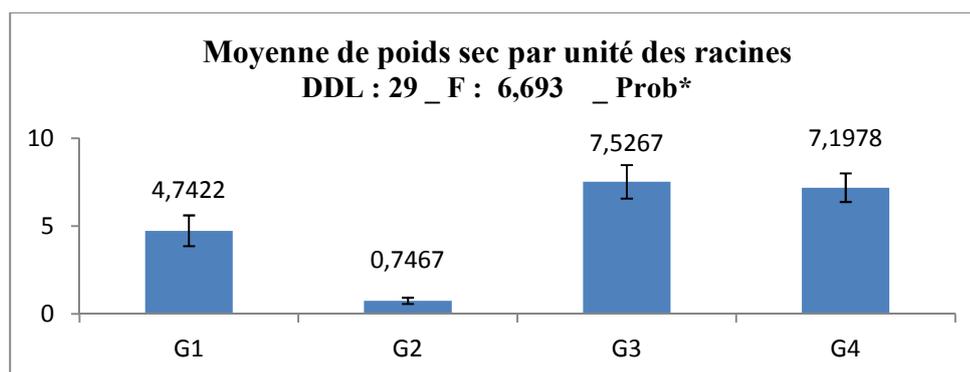


**Figure N°15 :** Moyenne de poids frais des racines par unité selon les doses d'eau.

### III.1.8 Poids sec par unité des racines

Pour le caractère poids sec par unité des racines l'analyse statistique a montré une signification concernant les génotypes (Figure N°16).

La moyenne la plus élevée a été enregistré chez le génotype 3 avec une valeur de 7,5267 tant des que la valeur la plus faible a été enregistré chez le génotype 2 avec une valeur de 0,7467



**Figure N°16 :** Moyenne de poids sec des racines par unité selon les doses d'eau.

### III.1.9 PF/PS des racines

Pour le caractère racines PF/PS des racines l'analyse statistique a montré une signification concernant les génotypes (Figure N°17).

La moyenne la plus élevée a été enregistré chez le génotype 2 avec une valeur de 11,5300 tant des que la valeur la plus faible a été enregistré chez le génotype 3 avec une valeur de 1,9389.

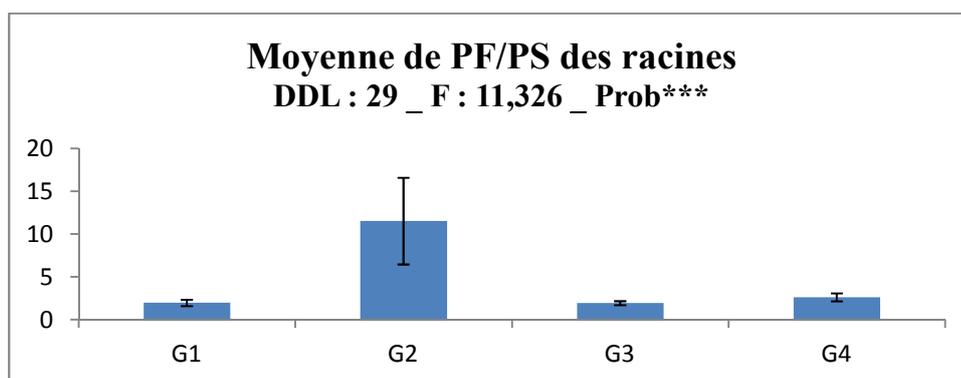


Figure N°17: Moyenne de poids frais sur le poids sec des racines selon les doses d'eau.

### III-1-10 Moyenne de la longueur des coléoptiles (mm)

Pour le caractère Moyenne de la longueur des coléoptiles l'analyse statistique a montré une signification concernant les génotypes (Figure N°18).

La moyenne la plus élevée a été enregistré chez le génotype 4 avec une valeur de 8,0622 tant des que la valeur la plus faible a été enregistré chez le génotype 2 avec une valeur de 0,2600.

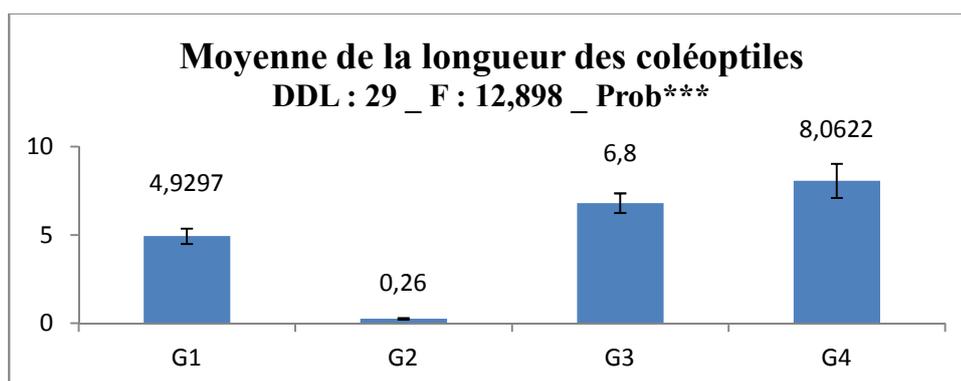


Figure N°18: Moyenne de la longueur des coléoptiles selon les doses d'eau.

### III.1.11 Poids frais par unité des coléoptiles

Pour le caractère poids frais par unité l'analyse statistique a montré une signification concernant les génotypes (Figure N°19).

La moyenne la plus élevée a été enregistré chez le génotype 4 avec une valeur de 209,9422 tant des que la valeur la plus faible a été enregistré chez le génotype 2 avec une valeur de 6,9533.

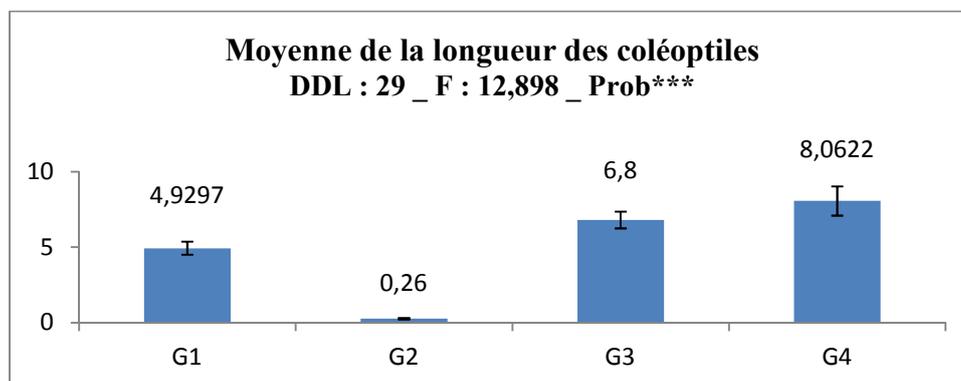


Figure N°19: Moyenne de poids frais par unité des coléoptiles selon les doses d'eau.

### III.1.12 Poids sec par unité des coléoptiles

Pour le caractère poids sec par unité des coléoptiles l'analyse statistique a montré une signification concernant les génotypes (Figure N°20).

La moyenne la plus élevée a été enregistré chez le génotype 4 avec une valeur de 19,5511 tant des que la valeur la plus faible a été enregistré chez le génotype 2 avec une valeur de 0,7533.

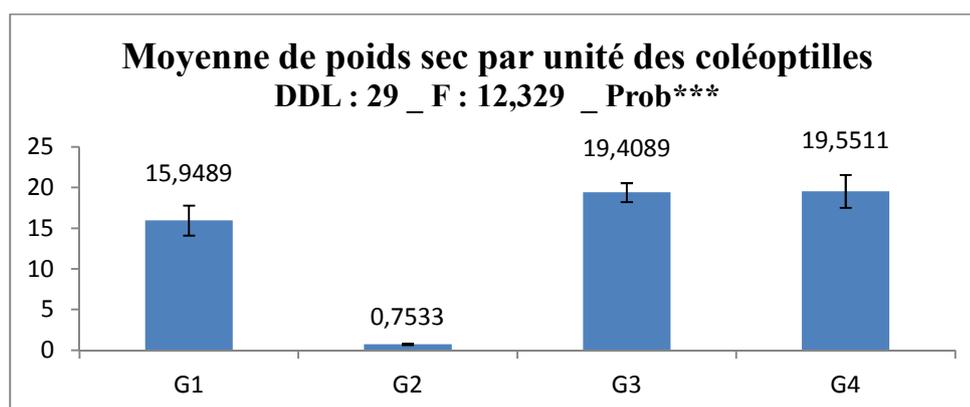
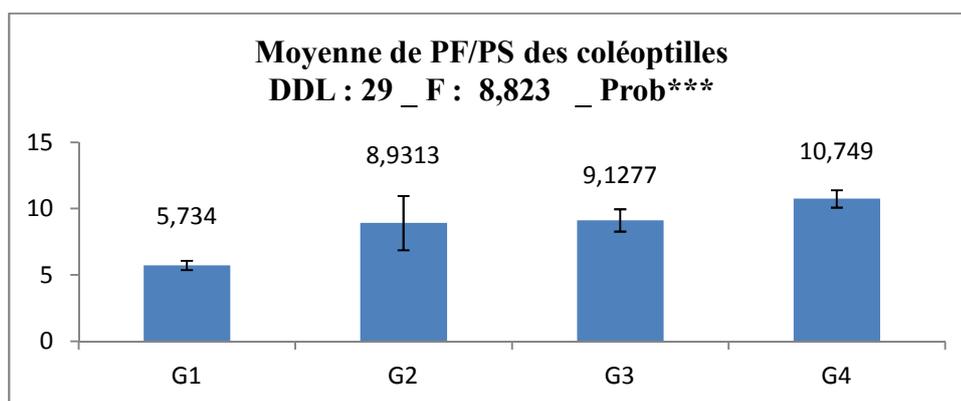


Figure N°20 : Moyenne de poids sec par unité des coléoptiles selon les doses d'eau.

### III.1.13 PF/PS des Coléoptiles

Pour le caractère PF/PS des coléoptiles l'analyse statistique a montré une signification concernant les génotypes (Figure N°21).

La moyenne la plus élevée a été enregistré chez le génotype 4 avec une valeur de 10,7490 tant des que la valeur la plus faible a été enregistré chez le génotype 2 avec une valeur de 8,9313.



**Figure N°21** : Moyenne de poids frais sur le poids sec des coléoptiles selon les doses d'eau.

### III.2 Discussion

La sécheresse des sols est l'un des facteurs environnementaux les plus importants responsables de la limite de la productivité du maïs de nombreuses régions du monde. Le maïs semble très sensible au stress hydrique lors de l'émergence des semis. Certaines recherches (Grzesiak, 1990; Lorens et al., 1987a, 1987b; Martiniello & Lorenzoni, 1985; Ristic & Cass, 1991) a confirmé l'existence dans le maïs d'une large gamme de variabilité génotypique de la réponse à la sécheresse. Les plantes se développent différents mécanismes morphologiques, physiologiques et biochimiques qui inhibent ou éliminent les effets nocifs des stress liés à la sécheresse (Boyer, 1982; Larsson & Go'rny, 1988; Chaves et al., 2002; Reynolds et al., 1998; Asharaf, 2010).

Des recherches relativement peu réalisées ont été effectuées sur la réponse au stress hydrique de certaines espèces végétales (Mingli L et al,2015).

La variabilité intra-génotypique a été étudiée dans le maïs (Martiniello et Lorenzoni, 1985; Lorens et al., 1987a, 1987b; Evans et al., 1990; Grzesiak, 1990; Ristic & Cass, 1991). Développer des cultivars de maïs qui peuvent bien performer sous le chaleur et le stress hydrique est un objectif important à travers le monde. Cependant, des progrès dans l'élevage des génotypes de maïs résistants à la sécheresse nécessitent une étude future sur les mécanismes physiologiques sous-jacents aux réponses du maïs au stress hydrique (Larsson & Go'rny, 1988; Richards, 1991).

Dans le maïs, de même que d'autres espèces, génotypiques les différences en réponse au déficit hydrique du sol ont été identifiées en fonction des caractéristiques physiologiques des plantes. Dans la présente étude, nous avons étudié les effets du stress hydrique sur la germination des graines et la croissance des semis de quatre génotypes (G1, G2, G3 et G4) de maïs.

Le taux de germination sous le stress hydrique peut montrer la capacité de germination et la résistance à la sécheresse de divers génotypes. Dans cette expérience, nous avons jugé préalablement à la résistance selon le taux de germination de quatre génotypes de maïs sous le stress hydrique simulé avec d'eau. Le taux de germination de quatre génotypes de maïs a diminué évidemment sous le stress hydrique, et il n'y avait pas signification entre quatre génotypes. Sous le dose de 5, 10 et 20 ml d'eau, le taux de germination de génotype 3 était encore plus élevé que celui des génotypes G4, G1 et G2 suggérant que génotype 3 avait une résistance à la sécheresse plus forte (Figure N°9).

Après la germination pendant cinq jours, les grains ont augmenté constamment ont été choisis pour couper la racine et la coléoptile ; la moyenne de poids frais des racines a été montré que la moyenne de poids frais de quatre génotypes de maïs a diminué sous le stress

hydrique. Mais génotype 2 a diminué davantage que celui de G1, G3 et G4 (Figure N°10). Cela a suggéré que G 3 et G4 ont germé plus rapidement que G1 et G2, montrant une résistance à la sécheresse.

Après la séparation des racines et des coléoptiles et on les reste sécher ; la moyenne de poids sec (PS) des racines et coléoptiles ont été montré que la moyenne de poids sec de quatre génotypes de maïs a diminué sous le stress hydrique. Mais génotype 2 a diminué davantage que celui de G1, G3 et G4 (Figure 11 et 13). Cela a suggéré que la moyenne de poids sec de G 3 et G4 plus élevée que G1 et G2, montrant une résistance à la sécheresse.

La moyenne de coléoptile poids frais de quatre génotypes de maïs a diminué évidemment sous le stress hydrique, et il n'y avait pas signification entre quatre génotypes, la moyenne de coléoptile poids frais de G4a été plus élevée que celui des G1, G2 et G3 que celui des génotypes G1, G2 et G3 suggérant que génotype 4 avait une résistance à la sécheresse plus forte (Figure 12).

# **Conclusion**

A cet effet, la sécheresse est considérée comme le principal handicap pour la production du maïs. Le stress hydrique est caractérisé par une variabilité spatio-temporelle, intervenant à différents stades du cycle de développement de la culture. Un stress au cours de la phase végétative peut compromettre plusieurs facteurs morpho-physiologiques tels que la croissance et la biomasse. Devant la limitation des ressources hydriques, la conduite rationnelle de l'irrigation et la sélection de variétés résistantes à la sécheresse s'imposent à tout projet d'intensification de l'agriculture (Slama *et al.*, 2005).

Notre étude a montré que les quatre populations EPS13, EPS14, EPS13×EPS14 et H2066 ont utilisé pratiquement les mêmes stratégies de réponses au stress hydrique. Cependant, la magnitude de cette réponse varie d'un génotype à un autre.

Ces paramètres peuvent être utilisés comme des critères de sélections et d'améliorations de rendement de maïs dans les régions sujettes au stress hydrique. Comme conclusion finale, on suggère que les populations H2066 et EPS14 peuvent être considérées comme étant les génotypes les plus tolérants au stress hydrique.

Pour bien tirer des conclusions fiables, il serait souhaitable de :

Evaluer ces génotypes à des stades différents et précoces (germination, stade trois feuilles). Et aussi jusqu'au stade récolte.

Ajouter certains aspects de la tolérance au stress hydrique non pris en compte tels que la pression osmotique foliaires, protéines solubles et perte d'électrolyte foliaire.

Etudier leurs comportements en plein champ.

**Références**

**bibliographies**

## Références bibliographiques

1. **Asharaf M., 2010.** Inducing drought tolerance in plants: Recent advances. *Biotech Adv*, 28, 199-238.
2. **Attia F., 2007.** Effet du stress hydrique sur le comportement écophysologique et la maturité phénologique de la vigne (*Vitis vinifera* L.) : Etude de cinq cépages autochtones de Midi-Pyrénées. Thèse INP, Toulouse (France) 194 p.
3. **Bassaler N., 2000.** Le maïs et ses avenir. Cahier publié par le GERPA avec le concours d'Electricité de France, Mission Prospective. 13.
4. **Benkhellef I., 2016.** Stratégies génomiques pour une meilleure tolérance au stress hydrique chez le blé dur (*Triticum durum* Desf). Université des Frères Mentouri Constantine. 63p.
5. **Blum A., 1988.** Plant breeding for stress environments. (Ed). CRC Press, 223p.
6. **Bouchabke O., Tardieu F., Simonneau T., 2006.** Leaf growth and turgor in growing cells of maize (*Zea mays* L.) respond to evaporative demand under moderate irrigation but not in water-saturated soil. *Plant Cell and Environment*. 29: 1138-1148.
7. **Boyer J.S., 1982.** Plant productivity and environment. *Science*, 218, 443-448.
8. **Chaves M.M., Pereira J.S., Maroco J., Rodrigues M.L., Ricardo C.P.P., Osorio M.L., Carvalho I., Faria T., Pinheiro C., 2002.** How plants cope with water stress in the field. Photosynthesis and growth. *Annals of Botany*. 89: 907-916.
9. **Djermoun A., 2009.** La production céréalière en Algérie : les principales caractéristiques. *Nature et Technologie*, p 45-53.
10. **Dugo M. V. G., 2002.** Effet du déficit hydrique sur l'état de nutrition azotée chez les graminées fourragères. Thèse Université de Poitiers (France), 189p.
11. **Escalona J. M., Tomás M., Martorell S., Medrano H., Ribas-Carbo M., Flexas J. 2012.** Carbon balance in grapevines under different soil water supply: importance of whole plant respiration. *Australian Journal of Grape and Wine Research*. 18: 308-318.
12. **Evans, R. O., Skaggs, R. W., & Sneed, R. E., 1990.** Normalized crop susceptibility factors for corn and soybean to excess water stress. *Trans ASAE*, 33, 1153-1161.
13. **Grzesiak S., 1990.** Reaction to drought of inbreds and hybrids of maize (*Zea mays* L.) as evaluated in field and greenhouse experiments. *Maydica*, 35, 303-311. Retrieved from
14. **Hopkins., 2003.** Physiologie végétale. (Ed). Révision scientifique de Charles. Marie Evard, p 23-453.
15. **Josis P., Ndayshimye V., Renard C., 1983.** Etude des relations hydriques chez *Coffea arabica* L, évaluation à la résistance à la sécheresse de divers cultivars à Gisha (Burundi). 4: 275-281.
16. **Kara Y., Bellkhiri C. E., 2011.** Etude des caractères d'adaptation au déficit hydrique de quelques variétés de blé dur et d'espèces sauvage apparentées : intérêt potentiel de ces variétés pour l'amélioration de la production, 119p.
17. **Larsson, S., & Go'rny, A. G., 1988.** Grain yield and drought resistance indices of oat cultivars in field rain shelter and laboratory experiments. *J Agron Crop Sci*, 161, 277-286.
18. **Laumont P., 2005.** Le maïs et sa culture en Algérie. *Revue de l'agriculture*. 1.75.

19. **Lorens, G. F., Bennett, J. M., & Loggale, L. B., 1987a.** Differences in drought resistance between two corn hybrids. I. Water relations and root length density. *Agron J*, 79,802-807.
20. **Lorens, G. F., Bennett, J. M., & Loggale, L. B., 1987b.**Differences in drought resistance between two corn hybrids. II. Component analysis and growth rate. *Agron J*, 79(5), 808-813.
21. **Maïga Abdou., Maybelline., Escalante-Ten Hoopen., 2006.** Collection pro-agro. P322012.Production et transformation du maïs. Coédition d'Ingénieurs Sans Frontières Cameroun (ISF Cameroun) et du Centre technique de coopération agricole et rurale (CTA). CTA – P.O. Box 380 – 6700 AJ Wageningen – Pays Bas.32p.
22. **Martiniello, P., & Lorenzoni, C., 1985.** Response of maize genotypes to drought tolerance tests. *Maydica*, 30, 361-370.
23. **Mingli L, Meng L, Kaichang L, Na S., 2015.** Effects of drought stress on seed germination and seedling growth of different maize varieties. *Revue de Journal of Agricultural Science*; Vol. 7, No. 5.
24. **Reynolds, M. P., Singh, R. P., Ibrahim, A., Agech, O. A. A., Larque-Saavedra, A., & Quick, J. S., 1998.**Evaluation physiological traits to complement empirical selection for wheat in warm environment. *Euphytica*, 100, 84-95.
25. **Ristic, Z., & Cass, D. D., 1991.**Leaf anatomy of *Zea mays* L in response to water shortage and high temperature: a comparison of drought-resistant and drought-sensitive lines. *Bot Gaz*, 152(2), 173-185.
26. **Teulat B. B., Monneveux P., Wery J., Borries c., Souyriss 1., Charrieri A., This D.1997.** Relationships between relative water content and growth parameters under water stress in barley: a QTL study. *New Phytol.* **137**: 99-107.
27. **Turner N. C., 1979.**Drought resistance and adaptation to water deficit in crop plants. In: *Stress physiology of crop plants.* MUSSEL et STEPPLES R. C. C. (Ed) WILEY. New York; U.S.A, p343 - 372.
28. **Wang W. X., Vinocur P., Altman A., 2003.** Plant responses to drought, salinity and extreme temperatures: towards genetic engineering for stress tolerance, *Planta.* **218**: 1-14.

# **Annexes**