



Université Mohamed Khider de Biskra
Faculté des sciences exactes et des sciences de la nature et de
la vie
Département des sciences de la nature et de la vie
Filière : Sciences biologiques

Référence / 2023

MÉMOIRE DE MASTER

Spécialité : Biotechnologie et valorisation des plantes

Présenté et soutenu par :

SALEMZineb et BERBACHE Yamina

Le : jeudi 22 juin 2023

Effet de traitement par l'extrait de réglisse (*Glycyrrhiza glabra* L.) sur la germination de trois variétés de blé dur (*Triticum durum* Desf.) et trois variétés de quinoa (*Chenopodium quinoa wild*).

Jury:

M. Simozrag Ahmed	MCB	Université de Biskra	Président
Mme. KRIKER Soulef	MAA	Université de Biskra	Rapporteur
Mme. Belkharchouche Hafida	MCB	Université de Biskra	Examineur

Année universitaire : 2022 - 2023

Remerciements

Avant tout, nous remercions ALLAH le tout puissant qui nous a donné la force et le courage l'arriver à ce stade. Nous remercions du fond du cœur la professeure encadrée Mme KRIKER Soulef et nous la remercions pour ses efforts avec nous et sa présence constante en cas de besoin et pour son aide à mener à bien ce travail.

Nous remercions également la famille de BERBACHE, La famille SALEM et KHERROUB, en particulier à nos chères amis, frères et sœurs.

Nous remercions sincèrement les membres du jury qui ont accepté de noter cet humble Travail. Nous remercions également le personnel du laboratoire de la faculté Surtout Mme Alima et le personnel de sécurité de la faculté pour leurs efforts et leur aide. Nous remercions la Faculté d'agriculture de l'Université de Biskra pour son aide à faire de ce travail un succès.

Mes remerciements vont aussi à tous les membres de l'I.T.D.A.S (L'Institut Technique de Développement de l'Agronomie Saharienne) de BISKRA. Enfin , nos remercie toutes personnes qui ont de près ou de loin contribué à la réalisation de ce travail .

Dédicace

Nos tiens à dédier ce modeste travail à :

Nos chers parents Berbache Fatima Salem Abdellah et kherroub nouira, et je remercie particulièrement Ilham Ahmed Ameziane et Kharroub Foudil

Nos frères et sœurs : Ismaïl, Lina, Mohamed, Takwa, Nacer, Chaâbane, Omar .

Les familles Salemet Berbache.

Tous nos amis : Khouloud, Manal, Houda, Nadia.

Merci pour vos conseils et vos

Encouragements, aussi pour les bons moments qui ont

Contribué à rendre ces années inoubliables.

Yamina et Zineb

Table des matières

Remerciements.....	
Dédicace.....	
Table des matières	
Liste des Abréviations.....	I
Liste des tableaux.....	II
Liste des figures	III
Introduction générale	1

Synthèse bibliographique

Chapitre 1 : Généralité sur le blé dur et de quinoa

1.1. Définition du blé.....	2
1.2. Classification botanique	2
1.3. Composition chimique de grain de blé.....	2
1.4. Description Morphologique de plante	3
1.4.1. L'Appareil végétatif : Il comprend :.....	3
1.5. Cycle de développement du blé dur	3
1.5.1. La période végétative.....	3
1.5.2. La période reproductrice.....	4
1.6. Définition du quinoa.....	5
1.7. Classification botanique	5
1.8. Composition chimique de grain du quinoa.....	6
1.9. Description Morphologique du quinoa.....	6
1.10.Cycle de développement du quinoa.....	7

Chapitre 02 :la plante médicinale *Glycyrrhiza glabra* L.

2.1. Généralités sur de la plante médicinale <i>Glycyrrhiza glabra</i> L.....	9
2.2. Définition de <i>Glycyrrhiza glabra</i> L.....	9
2.3. Classification botanique	9
2.4. Description Morphologique de la plante <i>Glycyrrhiza glabra</i> L.....	9
2.4.1. L'Appareil végétatif.....	9
2.4.2. L'appareille reproducteur.....	10
2.5. Composants chimiques	10
2.6. Propriétés thérapeutique	11
2.7. Effet de plante <i>Glycyrrhiza glabra</i> sur la germination des plantes :.....	11

Chapitre 03 :Matériel et méthodes

3.1. Matériel et méthode	12
3.1.1. Matériel végétal	12
3.2. Protocole expérimental	12
3.2.1. Préparation de l'extrait de réglisse	14
3.2.2. Les paramètres étudiés	14
3.3. Analyse statistique.....	17

Chapitre 04: Résultats et discussion

4.1. Présentation des résultats.....	18
4.1.1. Taux de germination TG.....	18
4.1.2. Vitesse de germination(VG)	20
4.1.3. Longueur de radicule (LR).....	22
4.1.4. Longueur de l'épicotyle (LE).....	24
4.1.5. Cinétique de germination.....	26
4.1.6. Teneur de sucre de l'épicotyle (SE).....	29
4.1.7. Teneur de protéine de l'épicotyle (TPE).....	30
4.2. Analyse de régression.....	31

4.2.1. La corrélation entre TG et VG	31
4.2.2. La corrélation entre LE et TG	32
4.2.3. La corrélation entre LR et LE	32
4.2.4. La corrélation entre LE et VG	33
4.2.5. La corrélation entre TS et TG	33
4.2.6. La corrélation entre TP et VG.....	34
4.2.7. La corrélation entre LR et TG.....	34
4.2.8. La corrélation entre LR et VG	35
4.3. Discussion.....	35
Conclusion.....	39
Références bibliographiques	40
Annexes.....	
Résumés	

Liste des Abréviations

LE	Longueur de l'épicotyle
LR	Longueur de radicule
SSE	Teneur de sucre soluble de l'épicotyle
TG	Taux de germination
TPE	Teneur de protéine de l'épicotyle
VG	Vitesse de germination
BW	Blé waha
BO	Blé oued elbared
BB	Blé bousselame
Q104	quinoa 104
Q105	quinoa 105
Qnoir	quinoa noir

Liste des tableaux

Tableau 1: Classification du blé dur (Feillet, 2000).	2
Tableau 2: Composition chimique de grain de blé (Feillet, 2000).	3
Tableau 3: Classification scientifique du quinoa (Cronquist 1981).	5
Tableau 4: Teneurs en macronutriments du quinoa (Koziol, 1992)	6
Tableau 5: Classification scientifique de réglisse (Hans, 2007).	9

Liste des figures

Figure 1: Cycle de développement de blé (Henry et Debuser, 2000).	4
Figure 2: cycle de développement de quinoa (Lebonvallet, 2008).	8
Figure 3 : dispositif expérimental des graines mises à germer sous l'effet de l'extrait de réglisse.	13
Figure 4: courbe étalon du dosage des sucres solubles.	16
Figure 5: Courbe étalon du dosage protéine.	17
Figure 6: Taux de germination des graines mis à germer en fonction de concentration de l'extrait de réglisse.	18
Figure 7. Effets des différentes concentrations de l'extrait de réglisse sur la vitesse de germination des variétés de quinoa et blé étudiées.	20
Figure 8. Variation de la longueur des racines des (03) variétés de blé dur et (03) variétés de quinoa en fonction de la concentration en l'extrait de réglisse.	22
Figure 9. la longueur des épicotyles des (03) variétés de blé dur et (03) variétés de quinoa en fonction de la concentration de l'extrait de réglisse.	24
Figure 10. Cinétique de germination des trois variétés de blé et trois variétés de quinoa.	27
Figure 11. Teneur de sucre de l'épicotyle.	29
Figure 12. Teneur de protéine de l'épicotyle.	30
Figure 13. Représentant corrélation entre TG et VG.	31
Figure 14. Représentant corrélation entre LE et TG.	32
Figure 15. Représentant corrélation entre LR et LE.	32
Figure 16. Représentant corrélation entre LE et VG.	33
Figure 17. Représentant la corrélation entre TS et TG.	33
Figure 18. Représentant La corrélation entre TP et VG.	34
Figure 19. Représentant la corrélation entre LR et TG.	34
Figure 20. Représentant La corrélation entre LR et VG	35

Liste des photos

Photo 01: Les graines des différentes variétés étudiées.....	12
Photo 02 : Préparation des graines des différentes variétés de blé dur à germée.....	13
Photo 03: Préparation des graines des différentes variétés de quinoa à germée.....	13
Photo 04: Préparation de l'extrait de réglisse à partir de l'eau distillé.....	14

Introduction générale

Les régulateurs de croissance naturels et artificiels des plantes sont de plus en plus utilisés en agriculture et en horticulture pour modifier les plantes cultivées en contrôlant les processus de développement des plantes (germination, croissance végétative, développement reproductif, maturité, vieillissement et préservation après récolte) (Basra, 2000).

À la lumière des dommages causés par les produits chimiques avec lesquels les plantes sont traitées, il est devenu nécessaire de rechercher une alternative à celles-ci et, par conséquent, des expériences scientifiques ont découvert que certains extraits de plantes agissent comme des hormones végétales, et parmi ces extraits naturels de plantes se trouve l'extrait de racine de réglisse (*Glycyrrhizaglabra*L.). L'utilisation de cet extrait dans de nombreuses études pratiques comme alternative botanique pour extraire les régulateurs de croissance naturels et les fabricants aident à améliorer la croissance et la production des plantes.

La racine de réglisse contient une grande variété de composés comme le saccharose (jusqu'à 18%), les flavonoïdes, les stérols, les acides aminés, l'amidon, les essences d'huile et les saponines. Le triterpène principal est l'acide glycyrrhizique ou glycyrrhizine ($C_{42}H_{62}O_{16}$) qui est composé de deux molécules d'acide glucuronique et d'une molécule d'acide glycyrrhétinique (Blumenthal, 2000; Jiang, 2004).

Il contient également de la glycyrrhizine, qui est les sels de calcium et de potassium de l'acide glycyrrhizique. Cette substance, en tant que substance la plus importante de la racine de réglisse, est environ 50 fois plus sucrée que le sucre (Hayashi et al., 1998).

Dans ce contexte, nous proposons une étude qui nous montre l'efficacité de l'extrait de racine de réglisse sur la germination des plantes. Dans cette étude, nous avons utilisé deux plantes, à savoir: le blé dur (*Triticum durum* Desf.) de famille poaceae et le quinoa (*Chenopodium quinoa* Wild.) de famille Chénopodiaceae.

Ce travail était divisé en deux parties principales:

- La première bibliographie contient un chapitre pour la généralité sur le blé dur et le quinoa et l'autre chapitre pour la plante médicinale *Glycyrrhizaglabra* L.
- La deuxième partie comprend l'expérience qui contient deux chapitres :
Matériels et méthodes: dans le domaine de l'agriculture et en laboratoire pour préparer l'extrait de racine de réglisse ; résultats et discussion: Cette expérience se termine par une discussion des résultats obtenus.

En fin une conclusion qui achève ce travail.

Synthèse bibliographique

Chapitre 1 :
Généralité sur le blé dur
et de quinoa

1.1. Définition du blé

Le blé est l'une des principales ressources alimentaire de l'humanité, c'est une monocotylédone qui appartient au genre *Triticum* de la famille des graminée .Il s'agit d'une céréale dont le grain est un fruit sec et indéhiscence, appelé caryopse, constitué d'une graine et de tégument (Feillet, 2000).On distingue deux espèces de blé : le blé tendre et le blé dur. Ils se différencient par la friabilité de l'amande, qui est plus importante pour le blé tendre et permet la transformation en farine, alors que le blé dur est plus apte à se transformer en semoule (Ben kaddour, 2014).

1.2. Classification botanique

Tableau 1:Classification du blé dur(Feillet, 2000).

Règne	Plantae
Embranchement	Angiospermes
Sous embranchement	Spermaphytes
Classe	Monocotylédones
Ordre	Poale
Famille	Graminae et/ou Poaceae
Sous-famille	Festucoideae
Tribu	Triticeae
Sou-Tribu	Triticineae
Genre	<i>Triticum</i>
Espèce	<i>Triticum durum</i> Desf

1.3. Composition chimique de grain de blé

Le grain de blé est principalement constitué d'amidon (environ 70%), de protéines (10 à 15% selon les variétés et les conditions de culture) et de pentosanes (8 à 10%). Les autres constituants, pondéralement sont mineurs (quelques % seulement), sont les lipides, la cellulose, les sucres libres, les minéraux et les vitamines (Tableau.2) (Feillet, 2000).

Ces constituants se répartissent de manière inégale au sein des différentes fractions histologiques du grain. L'amidon se retrouve en totalité dans l'albumen amylicé, les teneurs en protéines du germe et de la couche à aleurone sont particulièrement élevées ; les matières minérales abondent dans la couche à aleurone. Les pentosanes sont les constituants dominants

de cette dernière et du péricarpe. La cellulose représente près de la moitié de celui-ci, les lipides voisinent ou dépassent les 10% dans le germe et dans la couche à aleurone.

Tableau 2:Composition chimique de grain de blé (Feillet, 2000).

Nature de composants	Teneur
Protéines	10 -15
Amidon	61 -67
Pétouanes	8 -10
Cellulose	2 -4
Sucres libres	2 -3
Lipides	2-3

1.4. Description Morphologique de plante

1.4.1. L'Appareil végétatif :Il comprend :

- **Les feuilles :** compose deux parties : la gaine et le limbe (Hamadache, 2001)
- **La tige :** Le blé dur possède une tige cylindrique, dressée, habituellement creuse et subdivisée en entre nœuds Certaines variétés possèdent toutefois des tiges pleines (bozzini, 1988)
- **La racine :** Le système racinaire comprend des racines séminales produites par la plantule durant la levée, ainsi que des racines adventives ((bozzini, 1988)

1.4.2. L'appareille reproducteur

- **L'inflorescence :** L'inflorescence du blé dur est un épi muni d'un rachis portant des épillets séparés par de court Entre nœuds (bozzini, 1988).

1.5. Cycle de développement du blé dur

1.5.1. La période végétative

- **La germination et lelevé :** La germination est l'ensemble des événements qui commencent par l'étape cruciale d'absorption de l'eau par la graine et se terminent par l'élongation de l'axe embryonnaire et l'émergence de la racicule à travers les structures qui entourent l'embryon (Mihoubet *al* ; 2005). Elle peut avoir lieu avec une température qui varie de 4 à 37°C mais est optimale entre 12 et 25°C (Bednarak ; 2012).

- **Le tallage** : C'est un mode de développement propre aux graminées (Soltner ; 2012). Le début de la phasetallage se fait à partir de l'apparition de la 4ème feuille. Il est marqué par l'apparition de l'extrémité de la première feuille de la talle latérale primaire, puis d'autres talles naissent successivement à l'aisselle des 2ème et 3ème feuille de la tige principale (Bednarak ; 2012).

1.5.2. La période reproductrice

- **La montaison** : Ce stade est repérable une fois l'ébauche de l'épi du brin maître, atteint 1cm de hauteur. Cette phase s'achève une fois l'épi prend sa forme définitive à l'intérieur de la grainede la feuille étendard qui gonfle (stade gonflement) (Bednarak ; 2012).
- **L'épiaison** : C'est au cours de cette période que s'achève la formation des organes floraux et que s'effectue la fécondation, le nombre de fleurs dépendra de la nutrition azotée disponible et d'une évapotranspiration (Soltner;2012).
- **La floraison**: Ce stade s'observe à partir du moment où les étamines sortent des glumelles de la fleur, et est prise comme point de référence pour la fécondation (Bednarak ; 2012).

1.5.3. La période de formation et de maturation du grain

- **Grossissement du grain** : Cette phase est caractérisée par le grossissement du grain, dure en moyenne 45 jours. Les graines vont progressivement se remplir et passer par différents stades : maturité laiteuse, maturité pâteuse, maturité complète (soltner, 1988).

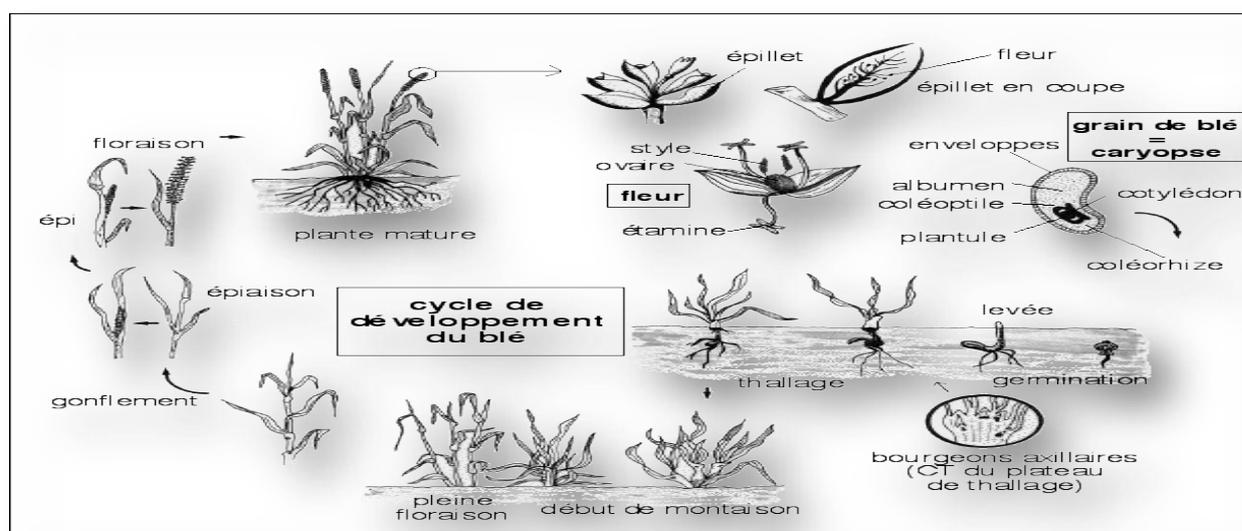


Figure 1: Cycle de développement de blé (Henry et Debuser, 2000).

1.6. Définition du quinoa

Le quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) a été décrit botaniquement pour la première fois en 1778 par Willdenow (botaniste et pharmacien allemand) comme une espèce originaire d'Amérique du Sud, dont le centre d'origine est situé dans les Andes (Dharm, 2019). Plus particulièrement des hauts plateaux (Altiplano) bolivien et péruvien (Wilson, 1990 ; Mujica et al., 2001). À des altitudes de 3000 à 4000 mètres (Benlhabib, 2005). Conscients de ses qualités nutritives et agricoles exceptionnelles, les Incas l'appelaient « chisiyamama » dans leur langue maternelle, le Quechua, qui signifie « mère de toutes les graines » (Risi et Galwey, 1984 in Herbillon, 2015).

1.7. Classification botanique

Tableau 3: Classification scientifique du quinoa (Cronquist 1981).

Classification de Cronquist (1981).	
Règne	Plantae
Division	Magnoliophyta
Classe	Magnoliopsidae
Sous classe	Caryophyllidae
Ordre	Caryophyllales
Famille	Chenopodiaceae
Genre	<i>Chenopodium</i>
Classification APG III (2009)	
Ordre	Caryophyllales
Famille	Amaranthaceae

Nom binomial : *Chenopodium quinoa* Willd. 1798

Noms communs : quinoa, ansérine quinoa, riz du Pérou, petit riz du Pérou.

1.8. Composition chimique de grain du quinoa

La particularité du quinoa tient au fait qu'il s'agit d'une graine consommée comme une céréale. En général, cet aliment est cuit et ajouté à des soupes ou bien réduit en une farine qui sert à préparer du pain, des boissons et de la bouillie. Le quinoa est une source importante de protéines de qualité, de fibres alimentaires, d'acides gras polyinsaturés et de sels minéraux. Toutefois, bien qu'il fournisse de nombreux nutriments en quantité non négligeable, il convient de l'intégrer à un repas équilibré comportant de nombreux autres types d'aliments afin de se nourrir convenablement (Koziol, 1992).

Tableau 4: Teneurs en macronutriments du quinoa (Koziol, 1992)

Nature de composants	Teneur 100 g de poids secs)
Protéines	16.5
Glucides	69
Fibres	3.8
Lipides	6.3
Energie (Kcal/100g)	399

1.9. Description Morphologique du quinoa

Le quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) est halophyte, herbacée, autogame, annuelle. Les grains germent en une dizaine d'heures environ si les conditions optimales de température et d'humidité sont bonnes; les cotylédons apparaissent généralement vers le 7^{ème} jour après l'émergence (Del Castillo et al., 2008).

1.9.1. Caractères végétatifs : Il comprend

- **Les feuilles :** Les feuilles d'une même plante sont nettement polymorphes, celles de la tige principale étant plus longues que celles des ramifications (Del Castillo et al., 2008).
- **La tige :** Cylindrique au niveau du collet et puis anguleuse à partir des ramifications (Gandarillas, 1979). A une taille comprise entre 0,5 et 1,5 m selon la variété et les conditions de croissance (Mujica et al., 2001).

- **Les racines** : Le quinoa a un système racinaire pivotant, vigoureux, profond, bien ramifié et fibreux qui assure sa résistance à la sécheresse et sa bonne stabilité (Herbillon, 2015).

1.9.2. Caractères floraux

- **Les fruits** : Le fruit est un akène comprenant plusieurs couches, (Herbillon, 2015). À savoir de l'extérieur vers l'intérieur : périgone, péricarpe et épisperme. Chaque fruit contient une seule graine dont la couleur, la forme et la taille sont variables (Gandarillas, 1979).
- **Les fleurs** : Le quinoa présente des fleurs hermaphrodites disposées en inflorescences en grappes, considérées comme de faux épis (panicules) (Del Castillo et al., 2008).
- **Les graines** : Principales parties comestibles de la plante, peuvent être de trois formes différentes : conique, cylindrique ou ellipsoïde (Herbillon, 2015). Recouvertes de saponine (Une substance anti-nutritive amère qui éloigne naturellement les oiseaux, éliminée par lavage) (Del Castillo et al., 2008).

1.10. Cycle de développement du quinoa

- **Stade Levée** : correspond à la sortie de la plantule et au déploiement des feuilles cotylédonaire (germination épigée). Elle se produit entre sept et dix jours après le semis (Lebonvallet, 2008).
- **Deux feuilles vraies** : Les deux premières feuilles vraies apparaissent 15 à 20 jours après le semis, conjointement à une croissance rapide des racines. Elles sont très sensibles aux attaques d'insectes (Lebonvallet, 2008).
- **Quatre feuilles vraies** : La deuxième paire de feuilles vraies se déploie 25 à 30 jours après le semis. Les feuilles cotylédonaire sont toujours vertes. La plantule montre une bonne résistance au froid et à la sécheresse (Lebonvallet, 2008).
- **Six feuilles vraies** : L'apparition de la troisième paire de feuilles vraies se produit 35 à 45 jours après le semis, alors que les feuilles cotylédonaire commencent à se flétrir (Lebonvallet, 2008).
- **Ramification** : A partir du stade huit feuilles, soit 45 à 50 jours après le semis, on peut observer la présence de bourgeons axillaires jusqu'au troisième nœud. Les feuilles cotylédonaire jaunies, tombent et laissent une cicatrice sur la tige (Lebonvallet, 2008).

- **Début de formation de la panicule** : L'inflorescence commence à apparaître à l'apex de la plante au bout de 55 à 60 jours, entourée d'une agglomération de feuilles de toute petite taille qui la recouvrent encore en partie. La tige s'allonge et son diamètre augmente (Lebonvallet, 2008).
- **Panicule** : L'inflorescence est désormais clairement visible au-dessus des feuilles, ainsi que les glomérules qui la composent. Des boutons floraux individualisés apparaissent, 65 à 70 jours après le semis (Lebonvallet, 2008).
- **Début de floraison** : Les premières fleurs s'ouvrent 75 à 80 jours après le semis. La plante commence à être plus sensible au froid et à la sécheresse (Lebonvallet, 2008).
- **Floraison** : L'ouverture de 50% des fleurs de l'inflorescence se produit aux environs du 90^{ème} ou 100^{ème} jour, les fleurs se refermant pendant la nuit. Les feuilles inférieures, flétries, tombent (Lebonvallet, 2008).
- **Grain laiteux** : Le grain est qualifié de laiteux 100 à 130 jours après le semis. Un déficit hydrique pendant cette phase peut entraîner une forte diminution du rendement.
- **Grain pâteux** : L'intérieur des fruits devient d'une consistance pâteuse, toujours de couleur blanche, 130 à 160 jours après le semis (Lebonvallet, 2008).
- **Maturité physiologique** : Le grain, plus résistant à la pression, est à maturité au bout de 160 à 180 jours, la plupart des feuilles ont jauni et sont tombées si bien que la défoliation est presque complète à maturité (Lebonvallet, 2008).



Figure02: cycle de développement de quinoa (Lebonvallet, 2008).

Chapitre 02 :
La plante
médicinale *Glycyrrhiza glabra*
***ra* L.**

2.1. Généralités sur de la plante médicinale *Glycyrrhizaglabra*L.

En grec, glykyrrhidza ou glycyrrhiza se décompose en glycys- et –rhidza qui signifient respectivement « doux, sucré » et « racine ». Le nom du genre, glabra, dérive du latin glaber qui signifie « glabre » et se rapporte à la gousse imberbe. La lettre L. est un hommage à Linné, nom du botaniste suédois ayant décrit cette espèce. Elle a été nommée ainsi en raison de la saveur sucrée de son bois (COUPLAN, 2000). La réglisse Des études récentes ont montré que les extraits de plantes pourraient être utilisés comme une alternative plus sûre que les régulateurs de croissance et les engrais synthétisés chimiquement (Sabry G et al., 2009).

2.2. Définition de *Glycyrrhizaglabra*L.

La réglisse avec le nom scientifique de *Glycyrrhizaglabra* L. fait partie de ces plantes. C'est une plante herbacée vivace de la famille des légumineuses (fabacées) qui possède une large gamme de composés médicinaux et alimentaires dans sa racine et son rhizome (Chandler, 2000).

2.3. Classification botanique

Tableau 5: Classification scientifique de réglisse (Hans, 2007).

Règne	Plantae
Embranchement	Angiospermes
Classe	Dicotylédones.
Ordre	Rosales
Famille	Légumineuses (Fabacées)
Sous famille	Papilionacées
Genre	<i>Glycyrrhiza</i>
Espèce	<i>Glycyrrhiza glabra</i> Linn.

2.4. Description Morphologique de la plante *Glycyrrhizaglabra* L.

2.4.1. L'Appareil végétatif

Il comprend :

- **Les feuilles** : feuilles alternes, composées d'un vert vif présentent une surface inférieure visqueuse en raison de poils sécréteurs collants. A leur base on peut également trouver des petites stipules foliacées à l'insertion du pétiole sur la tige (Botinea, 2011).

- **La tige** : herbacée ou sous-arbrisseau vivace de 1 à 1,5 m de haut (Bouriquat M ,2020)
- **Les racines** : comportent de nombreuses radicules. Un grand réseau de racines pivotantes, Deramification et de stolons peut s'étendre jusqu' à1000 m (Iserin ,2001). Les parois des vaisseaux sont jaunes et lignifiées avec de nombreuses ponctuations aréolées avec fente (Bouriquat,2020).

2.4.2.L'appareille reproducteur

- **Les fruits** : est une gousse aplatie (1,5 à 2,5 cm), bosselée par les graines lenticulaires brunâtres qu'elle renferme (maximum 5)(Bruneton,2016).
- **Les fleurs** : sont relativement petites, de couleur bleu pâle ou violacée. Elles sont disposées en grappe plus ou moins allongée (Bouriquat ,2020).

2.5. Composants chimiques

- **La glycyrrhizine** : (2-15 %) avec principalement la glycyrrhizine, dénommée aussi « acide glycyrrhizique» et un mélange des sels de potassium et de calciums correspondants. La glycyrrhizine possède un pouvoir sucrant 50 fois supérieur à celui du sucre de canne.
- **Les polysaccharides** : (10% de la drogue) : glycyrrhizane.
- **Des sucres** : Glucose (jusqu'à 4%), fructose, maltose, saccharose (2 ,4 -6,5%).
- **Les huiles essentielles** : présentes dans les plantes aromatiques et localisées, dans les fleurs, les feuilles, les fruits, les graines, l'écorce, les racines.
- **Des coumarines**: licocoumarone et autres coumarines : ombelliférone, herniarine, licobenzofurane et kaempferol 3-O-methyl ether.
- **composés volatils aromatiques** : environ 0,04 à 0,06 % d'anéthol, est ragole, géraniol, acides aliphatiques, aldéhydes, cétones, alcools et hydrocarbures, qui sont responsables de l'arôme de la réglisse.
- **les flavonoïdes** : représentent environ 0,65 à 2 % de la composition chimique de la drogue.
- **Des amines** : Acide aminés (2-4% asparagine).
- **Des stérols** : B-sitostérol, stigmastérol(CAËL, 2009).

2.6. Propriétés thérapeutique

- **Anti-oxydant** : (il protège la peau des agressions extérieures et destructeur des radicaux libres responsables du vieillissement de la peau).
- **Clarifiant cutané** : (inhibe la tyrosinase, processus biologique responsable du dérèglement du mélanocyte, cellule responsable de la pigmentation de la peau, et donc de l'apparition des taches pigmentaires).
- **Anti-inflammatoire** : calme, apaise les inflammations et réduit les rougeurs.
- **Antiallergique cutanée** : Antiseptique et anti-virale (ralentit le développement des virus comme le herpès simplex) (Delphine, 2009).

2.7. Effet de plante *Glycyrrhizaglabra* sur la germination des plantes :

La plante de réglisse, *Glycyrrhizaglabra*L, appartient à la famille des Fabacées. En plus des utilisations pharmaceutiques et médicinales de ses rhizomes, dans de nombreuses expériences agricoles en raison de son effet sur la croissance des plantes car il contient de nombreux stimulants de croissance, des sucres, des protéines et des nutriments tels que le phosphore, le potassium, le cuivre, le magnésium, le manganèse, le fer, zinc et cobalt (Al-Khelifawi, 2013). Des études ont montré que le comportement de l'extrait de racine de réglisse semblable à la gibbérelline car il contient le précurseur de la biosynthèse de la gibbérelline (acide mévalonique), qui stimule une augmentation de la vitesse de germination et aide à la division et à l'élongation cellulaire (Al-Khelifawi, 2013). En plus de ses effets similaires aux auxines, qui conduisent à une augmentation de l'activité de l'enzyme cellulosique importante dans l'élongation cellulaire (Abou Hussien et al. 1976). D'autre part, des études ont montré que l'extrait de réglisse contient des acides aminés tels que la méthionine et la cystéine, qui contiennent l'élément soufré important dans les processus vitaux à plante (Saadoun et al., 2004).

Partie Expérimentale

Chapitre 03 :

Matériel et méthodes

3.1. Matériel et méthode

La présente étude est portée sur trois variétés de quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), et trois variétés de blé dur (*Triticum durum* Desf.) fournies par l'Institut Technique de Développement de l'Agronomie Saharienne (ITDAS) Ain Ben Naoui Biskra. Ces variétés sont: Q₁₀₅ ; Q₁₀₄ ; Q_{noir} ; waha ; bouselame et oued elbared, quinoa et blé dur respectivement.

Les essais ont été conduits au laboratoire de biologie de l'université Mohamed Kheider de Biskra El-Hadjeb.

Nous avons utilisé trois concentrations différentes de l'extrait de racine de réglisse comme hormone naturelle, et nous avons utilisé de l'eau distillée pour les plantes témoins.

3.1.1. Matériel végétal

L'expérience a été menée à la Faculté de biologie de l'Université de Mohamed Khider, Biskra El Hajeb. Dans cette expérience, nous avons utilisé les graines de trois variétés de blé dur et trois variétés de quinoa.

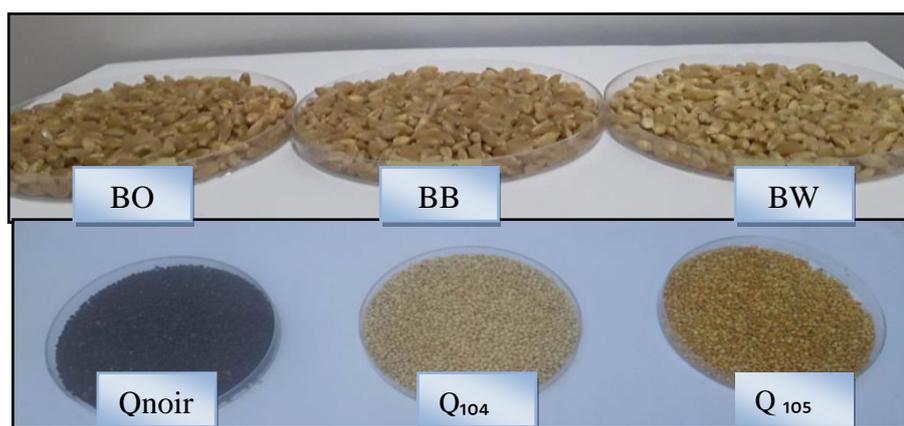


Photo 05: Les graines des différentes variétés étudiées.

3.2. Protocole expérimental

Le présent travail vise à déterminer l'effet du réglisse sur la germination des graines de quinoa et de blé dur. Les tests de germination ont été effectués sous différentes concentrations de réglisse. Pour chaque variété, les graines au nombre de 10, sont désinfectées à l'eau de javel, lavées abondamment à l'eau, puis rincées à l'eau distillée. Elles sont ensuite mises à germer dans des boîtes de Pétri couvertes de papier filtres. Dans un cas, nous avons ajouté 5 ml de l'eau distillée (témoin), dans les autres cas, nous avons ajouté 5 ml de solution contenant 5 g/L, 10 g/L et 20 g/L de l'extrait de réglisse, quatre répétitions dans chaque

concentration. Les boîtes sont mises à germer à l'obscurité. La germination est repérée par la sortie de la radicule hors des téguments de la graine dont la longueur est d'au moins 2 mm. Après avoir préparé les boîtes de pétri .Nous avons traité les graines au laboratoire, où elles ont été trempées dans des solutions contenant les concentrations mentionnées dans le tableau 1, puis nous avons plantées dans les boîtes de pétri après placé les codes approprié pour elles (Figure 03).

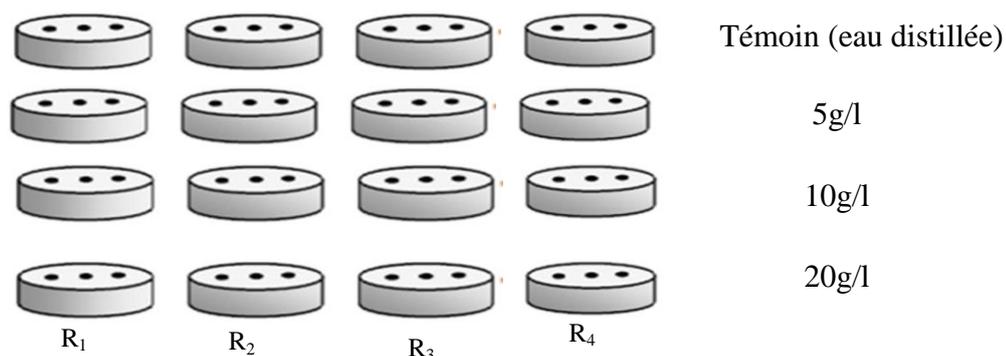


Figure 03:dispositif expérimental des graines mises à germer sous l'effet de l'extrait de réglisse.



Photo 06 : Préparation des graines des différentes variétés de blé dur à germée.



Photo 07: Préparation des graines des différentes variétés de quinoa à germée.

L'implantation a eu lieu le 10 avril 2023, Nous avons trempé les graines dans les solutions préparées à partir d'extrait de racine de réglisse une fois par jour. La quantité ajoutée 5 ml par boîte prendre des mesures une fois par jour pendant 10 jours

3.2.1. Préparation de l'extrait de réglisse

Nous avons préparé les solutions avec lesquelles nous traitons les plantes selon les étapes suivantes :

- Apporter la racine de réglisse
- Sécher les racines
- Écraser bien les racines avec du mortier jusqu'à ce que nous obtenions une poudre lisse.
- Peser trois quantités de poudre de racine 5g ,10g et 20g.
- Mélanger les trois quantités avec 1 litre d'eau distillée dans trois récipients de 1 litre de capacité.
- Chauffer les trois solutions sous agitation, puis la laissons dans un endroit à l'abri de la lumière pendant 24 heures.
- Filtrer les solutions dans du papier filtre.
- On obtient des extraits de racine de réglisse de différentes concentrations 5g /L, les 10 g /L et 20g /L.



Photo 08:Préparation de l'extrait de réglisse à partir de l'eau distillé.

3.2.2. Les paramètres étudiés

- **Taux de germination**

Il est exprimé par le rapport du nombre de graines germées sur le nombre total de graines en pourcentage (Come, 1970).

- **Cinétique de germination**

Pour mieux appréhender la signification physiologique du comportement germinatif des variétés étudiées (Hamlaoui et *al.*, 2007), ainsi que l'ensemble des événements qui commencent par l'étape d'absorption de l'eau par la graine et se terminent par l'élongation de l'axe embryonnaire et l'émergence de la radicule.

- **Vitesse de germination**

C'est le temps moyen nécessaire à la germination de 50 % des graines. Elle permet d'exprimer l'énergie de germination responsable de l'épuisement des réserves de la graine (Benidire et *al.*, 2015).

- **La mesure de la longueur de radicale et l'épicotyles**

On a mesuré des racines pour trois grains dans chaque boîte et on a rassemblé les valeurs dans des tableaux.

On a mesuré la longueur des tiges pour trois grains dans chaque boîte et on a rassemblé les valeurs dans des tableaux.

- **Moyenne journalière de germination**

MDG= Mean Daily Germination

MDG = le Pourcentage de germination final/nombre de jours à la germination finale(hajlaoui et *al.*,2007)

- **Dosage des sucres solubles (Suc) « mg/ml »**

Les sucres solubles totaux (saccharose, glucose, fructose, leurs dérivés méthyles et les polysaccharides) sont dosés par la méthode au phénol de Dubois et *al.*, (1956). Elle consiste à prendre 100 mg de matière fraîche, placées dans des tubes à essais, on ajoute 3 ml d'éthanol à 80% pour faire l'extraction des sucres. On laisse à température ambiante pendant 48h à l'obscurité. Au moment du dosage les tubes sont placés dans l'étuve à 60°C pour faire évaporer l'alcool. Dans chaque tube on ajoute 20ml d'eau distillée à l'extrait. C'est la solution à analyser. Dans des tubes à essais propres, on met 2ml de la solution à analyser, on ajoute 1ml de phénol à 5% (le phénol est dilué dans de l'eau distillée); on ajoute rapidement 5ml d'acide sulfurique concentré 96% tout en évitant de verser de l'acide contre les parois du tube. On obtient, une solution jaune orange à la surface, on

passer au vortex pour homogénéiser la couleur de la solution. On laisse les tubes pendant 10 mn et on les place au bain-marie pour 10 à 20 mn à une température de 30°C

(La couleur de la réaction est stable pendant plusieurs heures.). Les mesures d'absorbances sont effectuées à une longueur d'ondes de 485 nm. Enfin des résultats des densités optiques sont rapportés sur une courbe étalon (Fig. 08) des sucres solubles (exprimés en glucose).

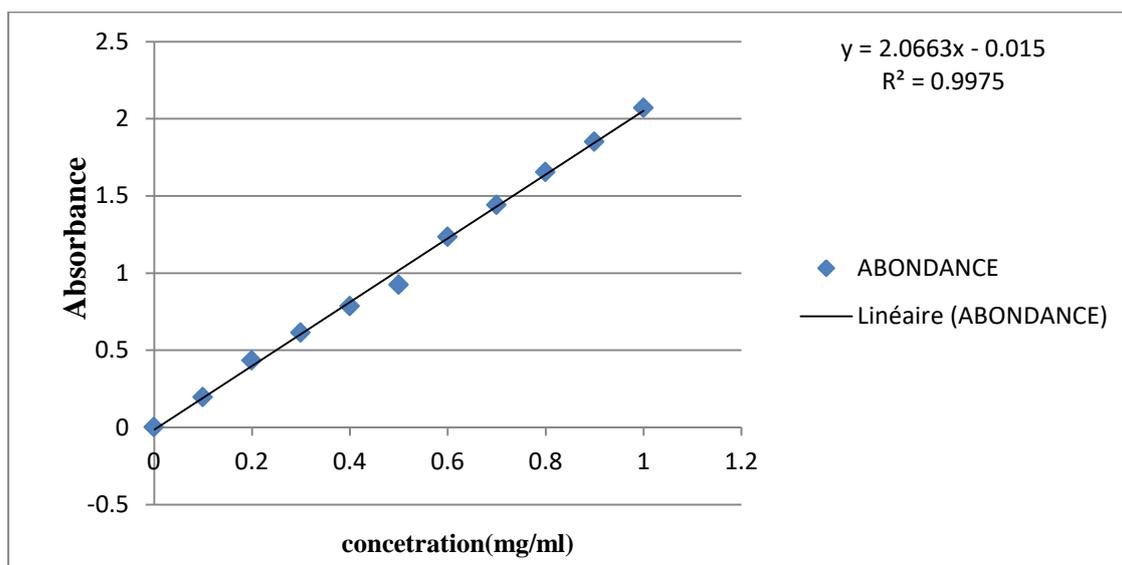


Figure 04: courbe étalon du dosage des sucres solubles.

- **Dosage des protéines** (méthode de Bradford, 1976)

Le dosage des protéines se fait suivant la méthode de Bradford à l'aide du «Bio-Rad ProteinAssay» (Bio-Rad). Cette technique se base sur la modification de la longueur d'onde d'absorption du bleu de coomassie lorsque ce dernier se fixe sur les protéines (entre 460 nm et 595 nm). La courbe étalon est réalisée avec une solution de BSA (2 µg/ml à 20 µg/ml). Elle consiste à prendre 100 mg de matière fraîche, placées dans des tubes à essais, on ajoute 3 ml d'éthanol à 80%, les tubes sont placés dans l'étuve à 80°C pour faire évaporer l'alcool. On ajoute 2 ml de réactif de bleu de coomassie qui constitue de :

- ✓ 20 mg bleu de Coomassie
- ✓ 25 ml éthanol absolu
- ✓ 50 ml acide phosphorique 85%
- ✓ 400 ml eau distillé stérile

On détermine la densité optique (Do) à l'aide d'un spectrophotomètre sur une longueur d'onde de 595nm. Enfin des résultats des densités optiques sont rapportés sur un courbe étalon.

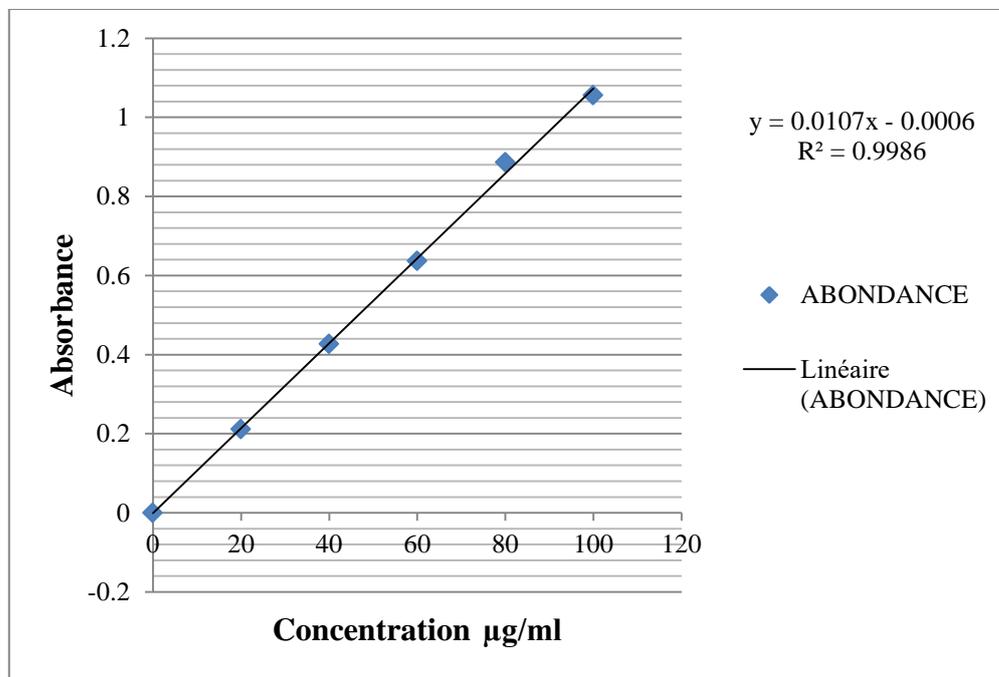


Figure 05: Courbe étalon du dosage protéine.

3.3. Analyse statistique

Pour toutes les concentrations utilisées, chaque résultat correspond à la moyenne de quatre répétitions.

Afin de déterminer la significativité des traitements appliqués sur les paramètres étudiés, nous avons procédé à des analyses de la variance d'ANOVA à deux facteurs contrôlés et à la comparaison des moyennes, à chaque traitement à l'aide du logiciel statistique (MINITAB série 13 .31, 2000), et de présenter ces résultats sous forme des Histogramme et des secteurs (EXEL).

Chapitre 04:

Résultats et discussion

4.1. Présentation des résultats

4.1.1. Taux de germination TG

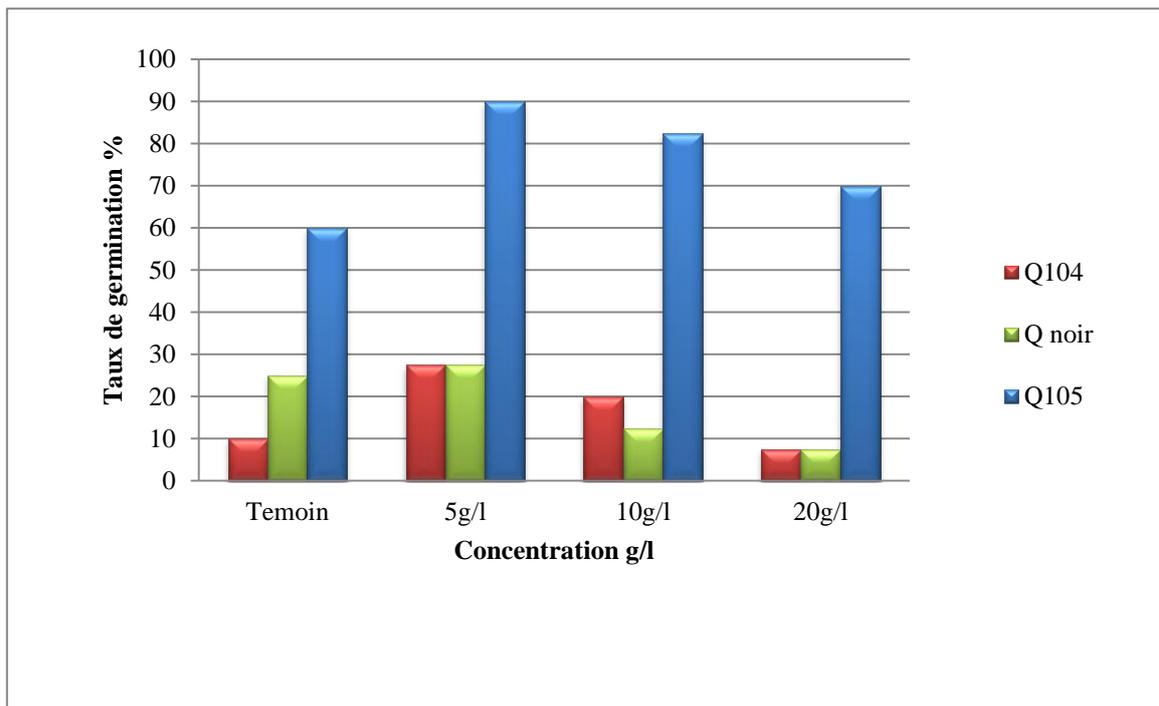
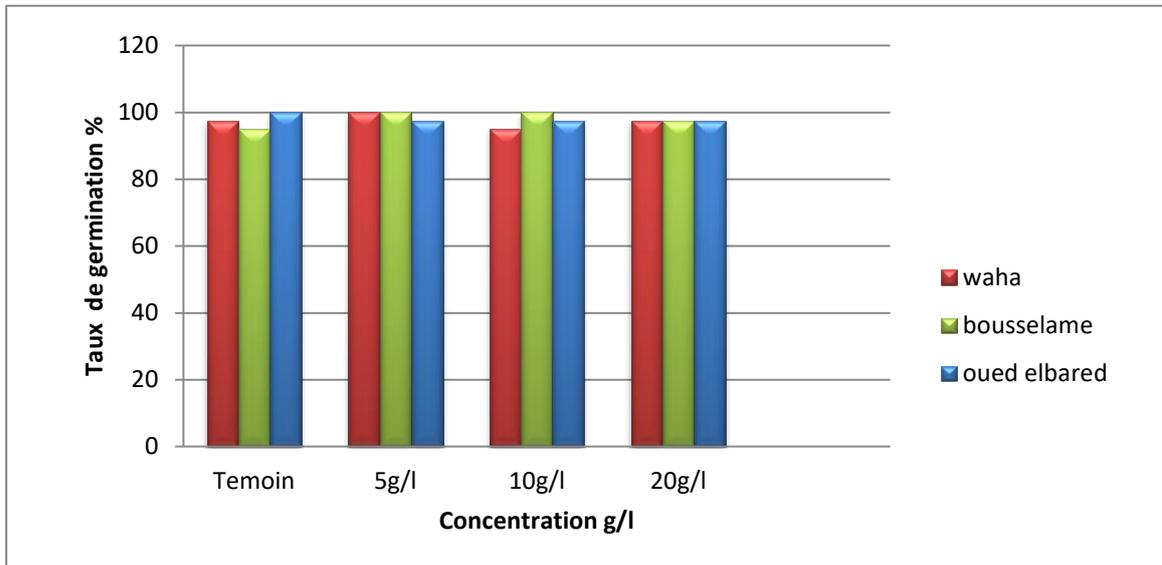


Figure 06: Taux de germination des graines mis à germer en fonction de concentration de l'extrait de réglisse.

La figure 06, présente les variations du taux de germination des différentes variétés étudiée (BW, BB, BO, Q_{noir}, Q₁₀₅ et Q₁₀₄), en fonction de différentes concentrations du l'extrait de réglisse. On constate que les taux de germinations enregistrés pour les six variétés étudiées sous les doses 5 ,10 et 20 g/l sont plus ou moins rapprochées des moyennes enregistrées chez les témoins, alors que les différences, avec ce dernier, deviennent de plus en plus accentuées pour

les doses 5 et 20g/l respectivement, où les taux de germination des graines les plus faibles sont reliés à la dose 20 g/L.

D'autre part, ces histogrammes montrent une variation inter variétale plus ou moins réduite, à l'exception de la variété BW et Q_{noir} qui présente les taux de germinations les plus faibles pour l'ensemble des concentrations étudiées.

Selon l'analyse de la variance on a trouvé dans cette étude qu'il existe un effet significatif du l'extrait de réglisse sur le taux de germination chez les différentes génotypes étudiés (Annexe 1).

L'intervalle de confiance (Annexe1) nous a permis de classer les différentes concentrations d'extrait de réglisse en deux groupes :

Le premier groupe comprend la concentration de l'extrait de réglisse(5) g/l ceux-ci qui nous donne un taux de germination (73,7)%.

Le deuxième groupe présente les trois concentrations de l'extrait de réglisse (0 ;10 ;20) g/l avec des taux de germination moyens(65,4 ;68,7 ;63 ,7)%.

On a trouvé aussi dans cette étude un effet hautement significatif ($p < 0,001$) de génotype sur le taux de germination quel que soit les concentrations de l'extrait de réglisse.

Permis nos résultats, les différents génotypes sont classés en trois groupes selon toujours l'intervalle de confiance (Annexe1).

Le premier groupe : comprend les génotypes (BB ; BO, BW) qui enregistré les meilleures valeurs pour le taux de germination.

Le deuxième groupe : porte le génotype Q₁₀₅ montre une valeur moyenne pour le taux de germination.

Le troisième groupe est composé les génotypes Q_{noir} et Q₁₀₄ qui contient un faible taux de germination.

4.1.2. Vitesse de germination(VG)

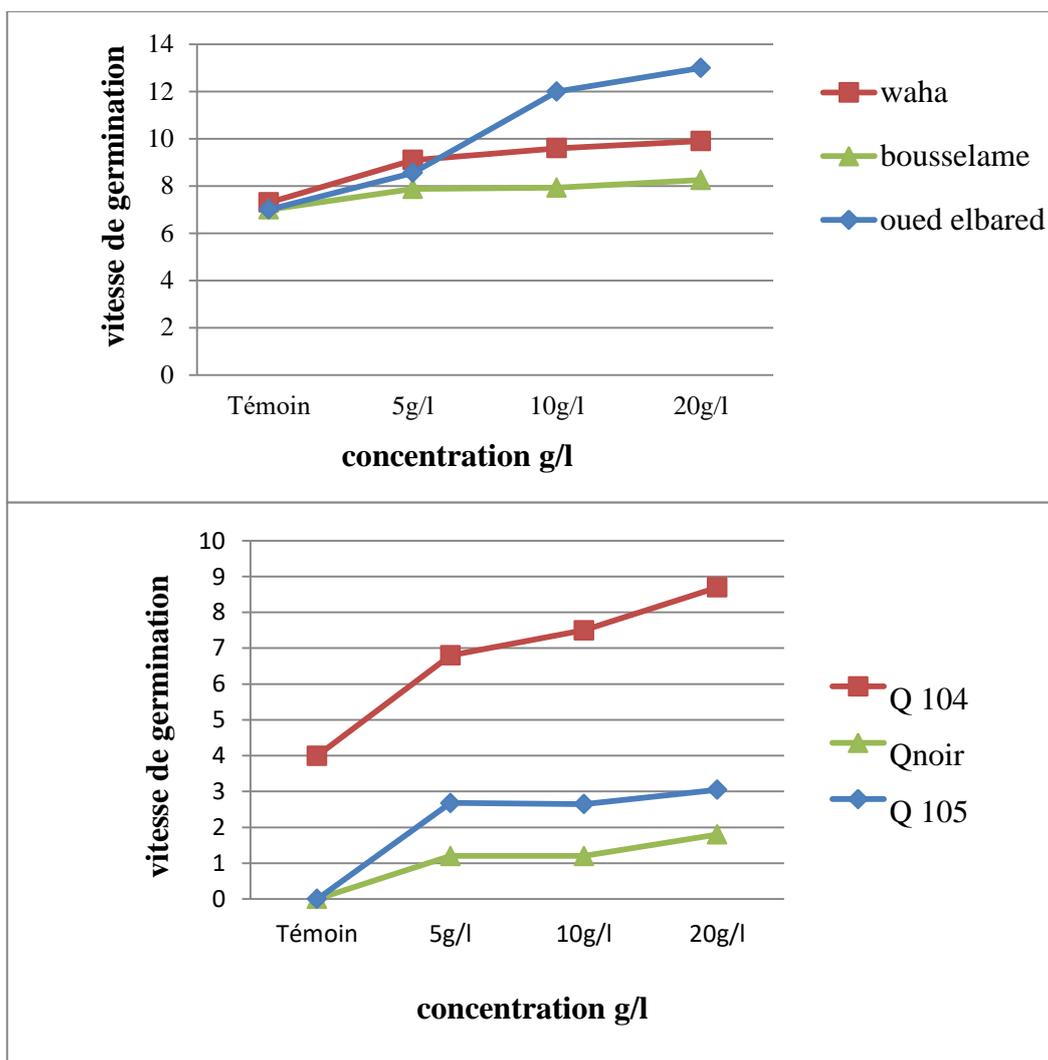


Figure 7. Effets des différentes concentrations de l'extrait de réglisse sur la vitesse de germination des variétés de quinoa et blé étudiées.

Les données des figures (07) illustrent l'effet des concentrations croissantes de l'extrait de réglisse sur la vitesse de germination, montrent que pour toutes les variétés étudiées, l'augmentation de la concentration de réglisse provoque une augmentation de la vitesse de germination.

L'analyse de variance pour la vitesse de germination nous a montré l'existence des effets hautement significatifs de l'extrait de réglisse sur les différents génotypes étudiés ($p < 0,001$), et même une grande variabilité observée d'un génotype à l'autre (Annexe 02).

Selon l'intervalle de confiance les concentrations de l'extrait de réglisse sont classées en quatre groupes :

Le premier groupe contient la dernière concentration 5g/l avec une vitesse de germination élevé (6,50) %.

Le deuxième groupe : présente la concentration 10g/l qui correspondant la valeur moyenne de la vitesse de germination (5,62) %.

Le troisième groupe : présente la concentration 20g /l qui correspondant à la valeur faible de la vitesse de germination (4 ,60) %.

Le dernier groupe : comprend le témoin qui donne une valeur plus faible que les autres concentrations (3 ,85) %.

Concernant le classement des génotypes ; l'intervalle de confiance permet de les classés en quatre groupes :

G1 : le génotype(BO) est le meilleur génotype pour la vitesse de germination.

G2 : présente le génotype (BW) qui montre une vitesse de germination élevé.

G3 : présente les génotypes (Q₁₀₄ et BB) qui possèdent une vitesse de germination moyenne.

G4 : est constitué par les génotypes(Q_{noir} et Q₁₀₅) qui sont caractérisés par des vitesses de germination faible. *

4.1.3. Longueur de radicule (LR)

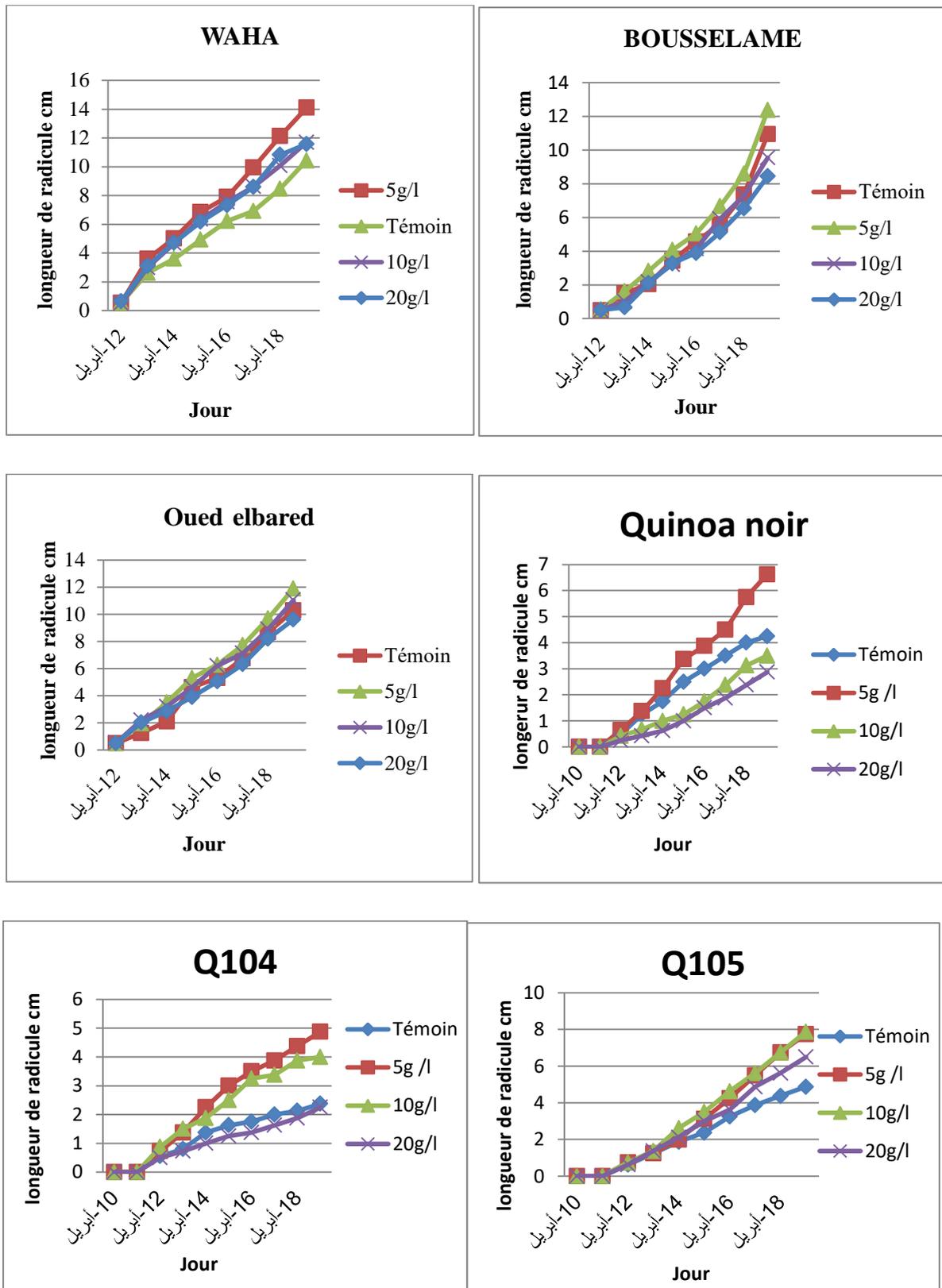


Figure 8. Variation de la longueur des radicules des (03) variétés de blé dur et (03) variétés de quinoa en fonction de la concentration en l'extrait de réglisse.

La figures (08) présentent les résultats de l'étude de l'effet de l'extrait de réglisse sur le développement de la longueur des racines des six variétés étudiées après 10 jours. D'exposition des graines à différentes concentrations en extrait de réglisse. Cette figure montre qu'une différence inter variétale très nette des longueurs des racines enregistrées pour les six variétés étudiées ce qui reflète l'interaction pondérable entre les réactions des génotypes avec l'extrait réglisse induit, de même pour les effets intra variétale qui montre des différences palpables de l'augmentation de la concentration de l'extrait de réglisse sur la longueur des racines.

Notons que pour la majorité des variétés étudiées la meilleure réponse du développement des racines était reliée à la dose 5g/l qui dépasse même le témoin.

L'analyse de variance met en évidence une différence hautement significative ($p < 0,001$) pour la longueur de radicule (Annexe3). Les comparaisons des moyennes réalisées par l'intervalle de confiance révèlent deux groupes distincts :

Le premier groupe : montre les traitements (10 ; témoin et 20g/l) qui présentent des moyennes faible (7 ,80 ; 7,18 et 6,85) cm respectivement.

Le deuxième groupe : montre le traitement (5g/l) qui présente la meilleure moyenne (9,50) cm.

L'intervalle de confiance permet de classe les variétés on trois groupes :

Le premier groupe contient les deux variétés (Q_{noir} et Q_{104}) avec une longueur de radicule faible.

Le deuxième groupe : contient le génotype Q_{105} qui présente la valeur moyenne.

La troisième groupe : contient les génotypes (BB ; BO et BW) qui déterminent une longueur de radicule élevé.

4.1.4. Longueur de l'épicotyle (LE)

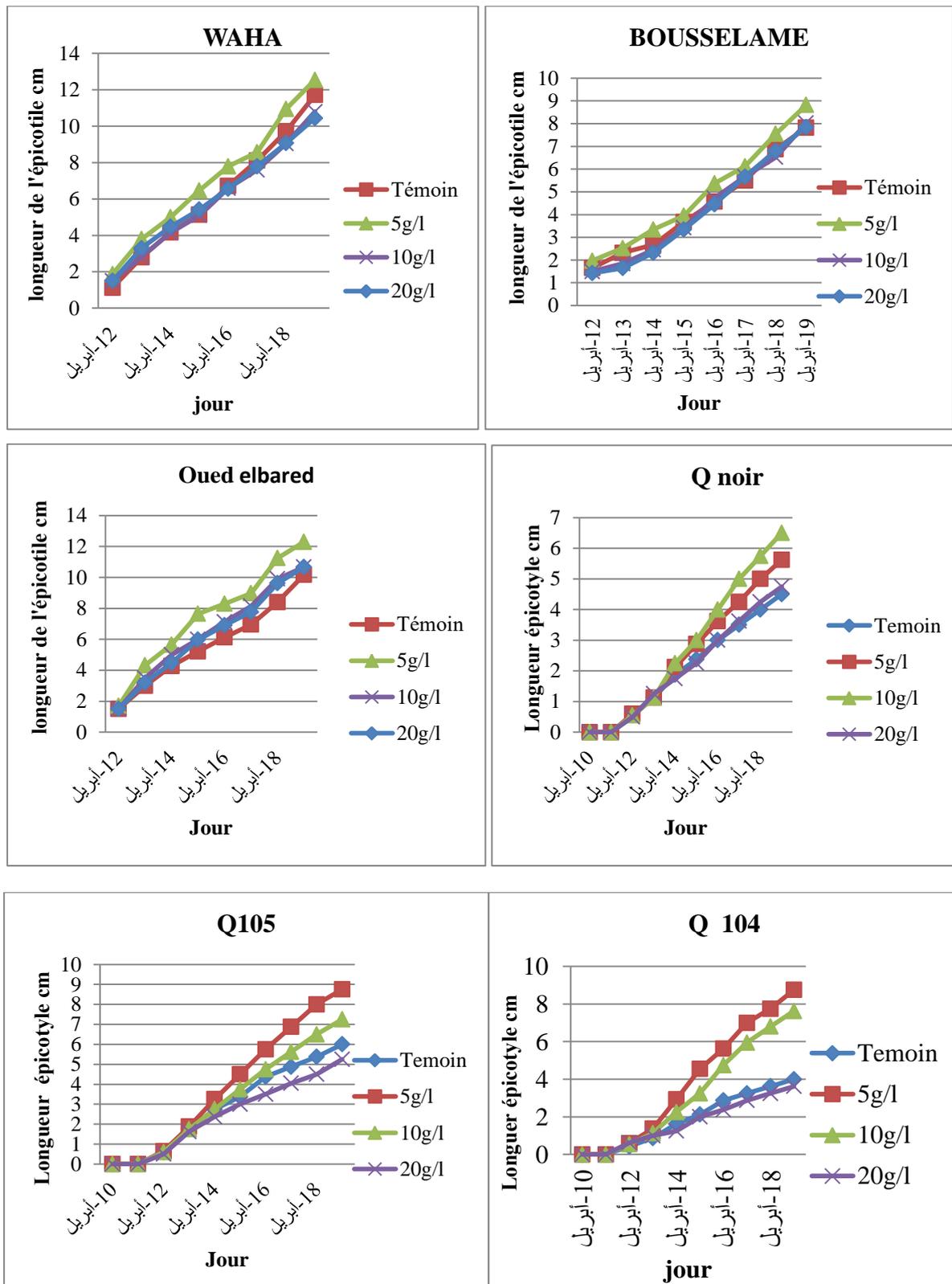


Figure 9. La longueur des épictyles des (03) variétés de blé dur et (03) variétés de quinoa en fonction de la concentration de l'extrait de réglisse.

La figure (09), montre une différence inter variétale très nette des longueurs des épicotyles enregistrées pour les six variétés étudiées ce qui reflète l'interaction pondérable entre les réactions des génotypes avec l'extrait de réglisse induit, de même pour les effets intra variétale qui montre des différences palpables de l'augmentation de la concentration de l'extrait de réglisse sur la longueur des épicotyles.

L'analyse statistique de la variance des résultats obtenus révèle l'existence de différence hautement significative entre les concentrations de l'extrait de réglisse.

Les comparaisons des moyennes réalisées par l'intervalle de confiance nous a permis de classer les différentes concentrations de l'extrait de réglisse en 3 groupes :

- Le premier groupe : le témoin et 20g/l portent les valeurs plus faibles.
- Le groupe intermédiaire : présentent 10g/l avec le moyen(8,15) cm.
- Le dernier groupe : donne la valeur plus élevé (9 ,23) cm comprend la concentration (5g/l).

Par ailleurs l'intervalle de confiance nous permis de classer les différents génotypes en quartes groupes :

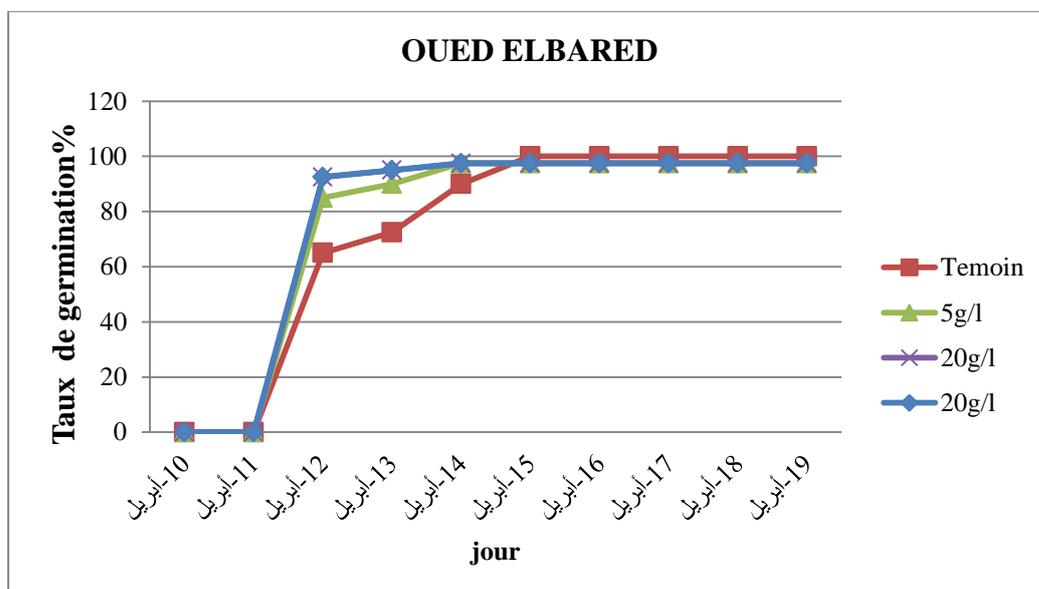
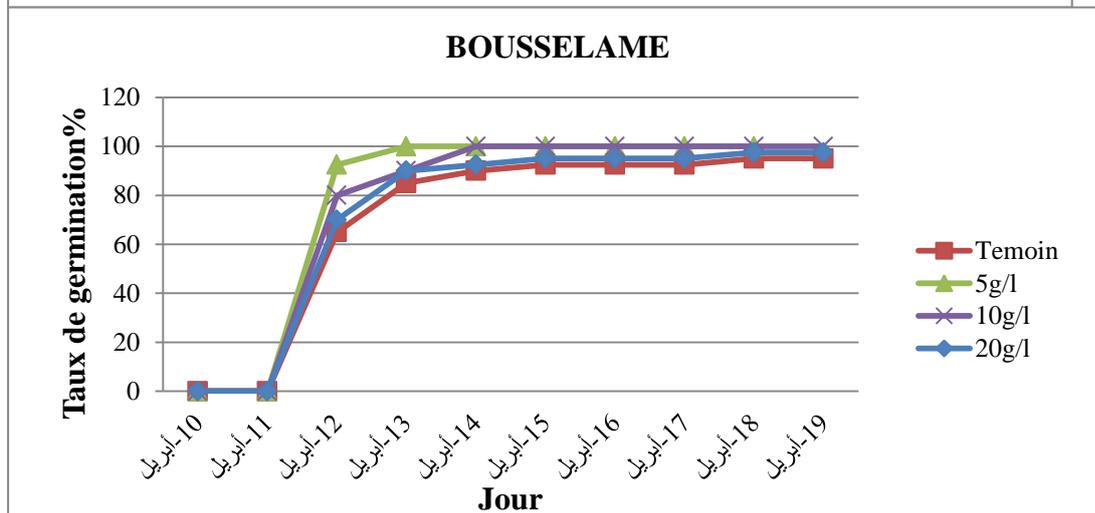
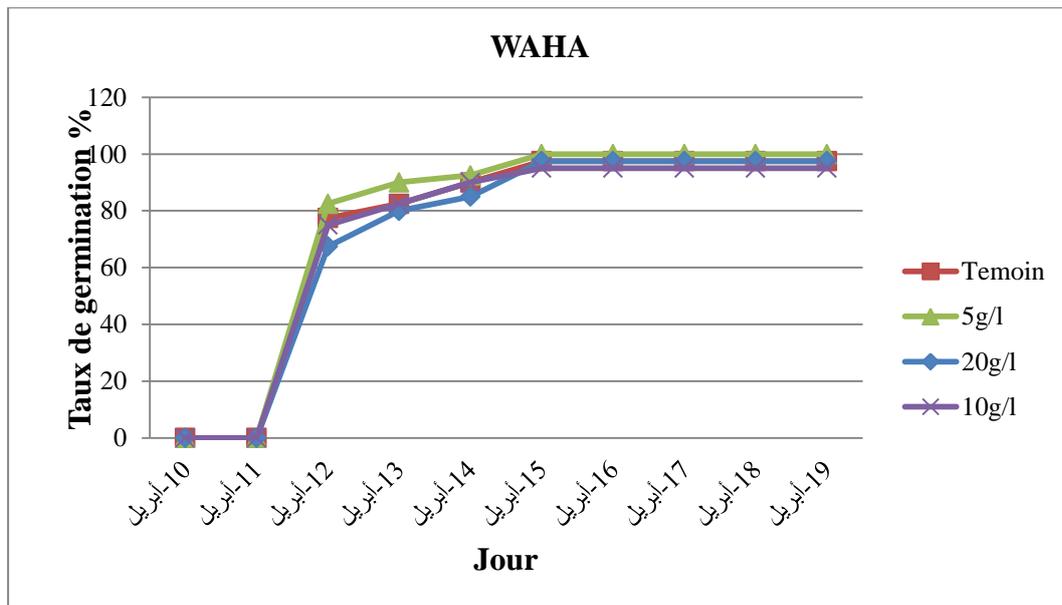
G1 : présente par les génotypes (BO et BW) qui caractérisés par les plus élevées valeurs.

G2 : constitué le génotype (BB) qui caractérisée la valeur moine élevée.

G3 : formé de génotype (Q₁₀₅) qui se distingue par la valeur moyenne.

G4 : comprend les génotypes (Q_{noir} et Q₁₀₄) qui présentent la plus faible de longueur de l'épicotyle.

4.1.5. Cinétique de germination



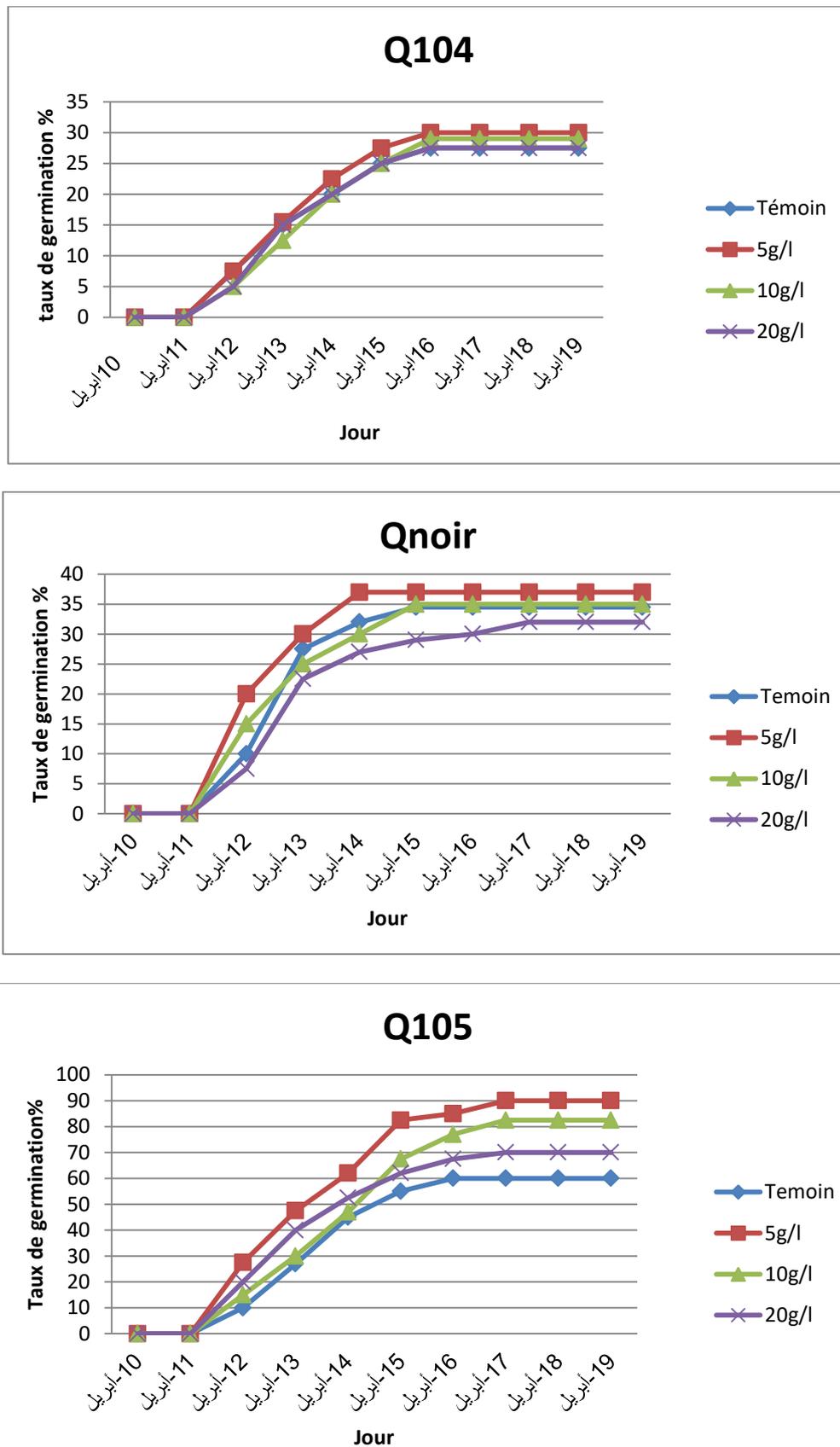


Figure 10. Cinétique de germination des trois variétés de blé et trois variétés de quinoa.

La figure 10 présente l'évolution de la germination des (03) variétés de blé dur en fonction du temps pour l'ensemble des traitements. Les résultats montrent que les courbes relatives aux taux de germination des graines traitées sont situées au-dessus de celles des courbes témoins et se augmente au fur et à mesure que la dose de l'extrait de réglisse augmente. Les courbes de germination permettent de distinguer 3 phases :

Une phase de latence : nécessaire à l'apparition des premières germinations, au cours de laquelle le taux de germination reste faible. La durée de cette phase est variable selon la concentration de l'extrait de réglisse. Elle est très courte (2 jour) chez les graines témoins et celles traitées (avec 5g/l, 10g/l et 20g/l) de l'extrait de réglisse.

Une phase sensiblement linéaire : correspondant à une augmentation rapide du taux de germination qui évolue proportionnellement au temps, Pour la concentration de 20 g/l, Cette phase est très courte, ce qui explique le taux de germination augmente qui est dû à l'effet significatif du l'extrait de réglisse sur la germination.

Une troisième phase correspondant à un palier représentant le pourcentage final de germination et traduisant la capacité germinative de chaque variété et pour chaque concentration. Il paraît que cette capacité germinative augmente pour toutes les variétés étudiées mais avec des degrés différents, selon la variété.

4.1.6. Teneur de sucre de l'épicotyle (SE)

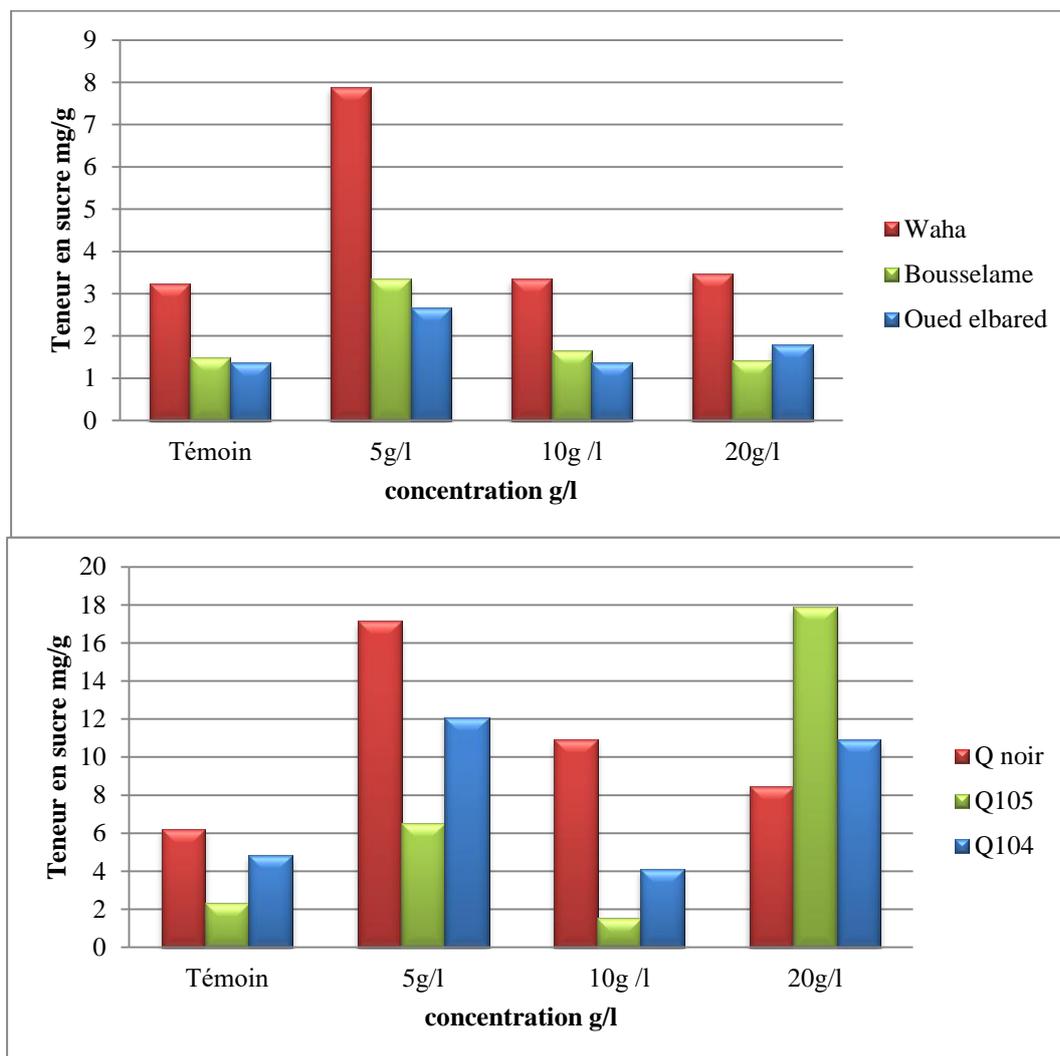


Figure 11. Teneur de sucre de l'épicotyle.

La teneur de sucres dans l'épicotyle des génotypes étudiés à la concentration de l'extrait de réglisse est indiquée par la figure (11).

Selon l'analyse de variance on a trouvé dans cette étude qu'il existe un effet hautement significatif ($p < 0,001$) du l'extrait de réglisse sur la teneur en sucre soluble (Annexe 05).

L'intervalle de confiance nous a permis de classer les concentrations de l'extrait de réglisse en deux groupes :

Le premier groupe comprend (témoin et 10g/l) qui donne les faibles valeurs.

Le deuxième groupe présent les concentrations (20 g/l et 5 g/l) qui donne les valeurs les plus élevés avec les valeurs (7,43 et 8,23) mg/g respectivement.

On trouve aussi dans cette étude un effet significatif de génotype sur la teneur de sucre de l'épicotyle.

Parmi nos résultats on a classés les génotypes en quatre groupes d'après l'intervalle de confiance.

Les deux premiers groupes sont présentés les génotypes (BB ; BO) qui enregistrent la teneur de sucre faible.

Les deux deuxièmes groupes sont présentés par les génotypes (BW ; Q_{noir}) qui enregistrent des valeurs moyennes.

Les derniers groupes sont réservés aux génotypes qui ont des valeurs élevés (Q₁₀₄ ; Q₁₀₅).

4.1.7. Teneur de protéine de l'épicotyle (TPE)

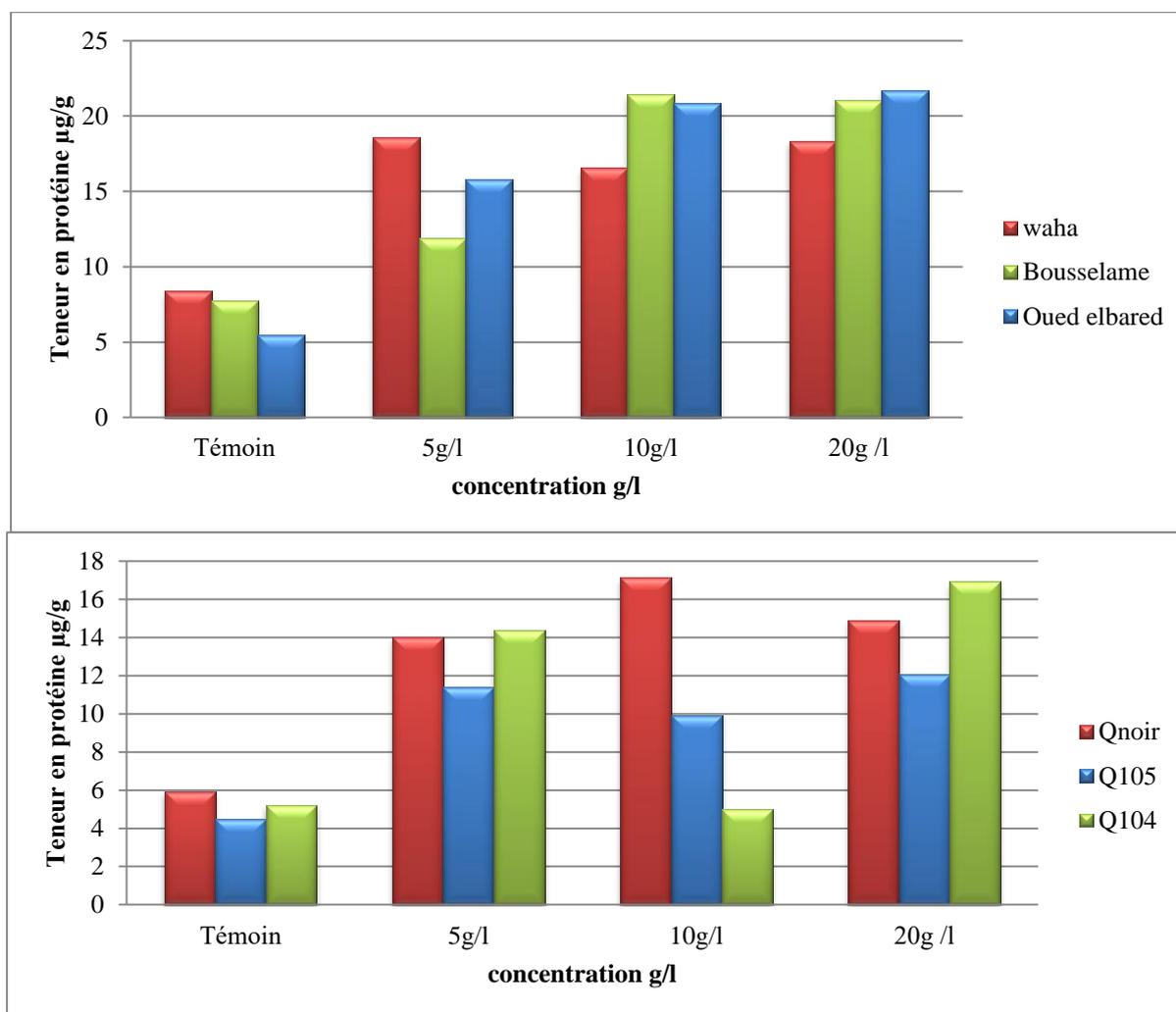


Figure 12. Teneur de protéine de l'épicotyle.

La teneur de protéine dans l'épicotyle des génotypes étudiés à la concentration de l'extrait de réglisse est indiquée par la figure (12).

L'analyse de variance au facteur concentration de l'extrait de réglisse donne une différence significative, et les mêmes résultats ont été obtenus au facteur génotype (Annexe06)

D'après les résultats que se présente dans l'intervalle de confiance on a classé les concentrations de l'extrait de réglisse en trois groupes :

G1 : porte le témoin avec une valeur minimale (6,16) $\mu\text{g/g}$.

G2 : est déterminé les 5g/l et 10g/l de l'extrait de réglisse qui donne les valeurs de protéine moins élevé (14,77 et 13,19) $\mu\text{g/g}$. respectivement.

G3 : comporte le 20 g/l de l'extrait de réglisse qui enregistré une valeur maximale (17,30) $\mu\text{g/g}$.

Parmi nos résultats les différents génotypes sont classés en deux groupes :

Le premier groupe : les variétés (BB, BO, BW) représentent les meilleures valeurs pour la teneur de protéine de l'épicotyle.

Le deuxième groupe : compose les génotypes (Q_{noir} , Q_{104} , Q_{105}) qui contient les valeurs moyennes pour la teneur en protéine.

4.2. Analyse de régression

4.2.1. La corrélation entre TG et VG

Selon les résultats de notre travail (Annexe07) nous avons remarqué qu'il y a une corrélation significative positive entre le taux de germination et vitesse de germination celui-ci est déjà confirmé par analyse de régression (figure13).

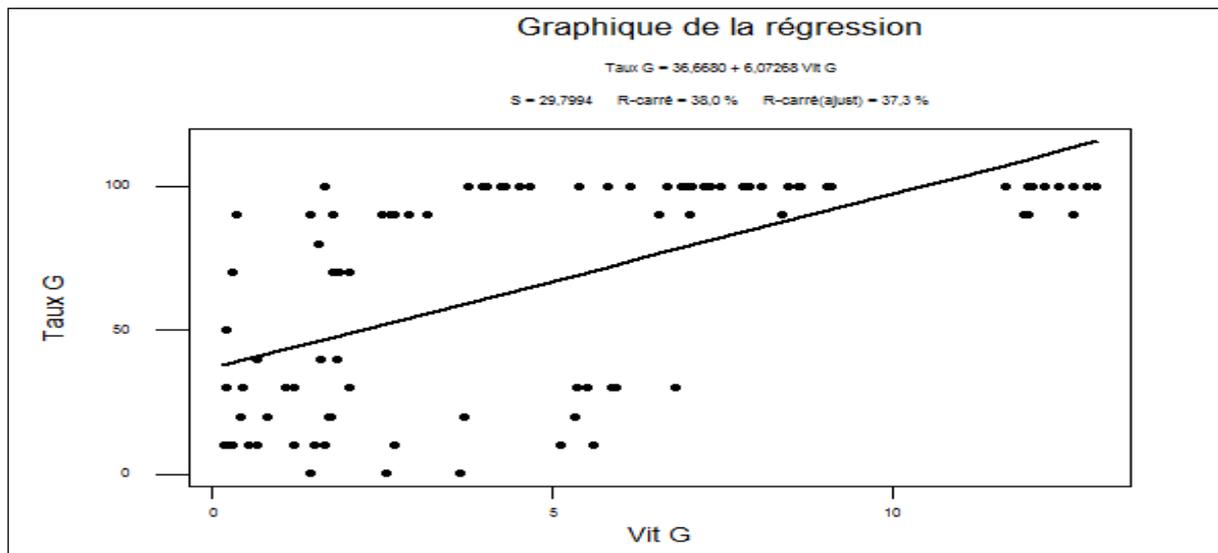


Figure 13. Représentant corrélation entre TG et VG.

4.2.2. La corrélation entre LE et TG

Selon les résultats de notre travail (Annexe 07) nous avons remarqué qu'il y a une corrélation significative positive entre la longueur de l'épicotyle et taux de germination celui-ci est déjà confirmé par analyse de régression (figure14).

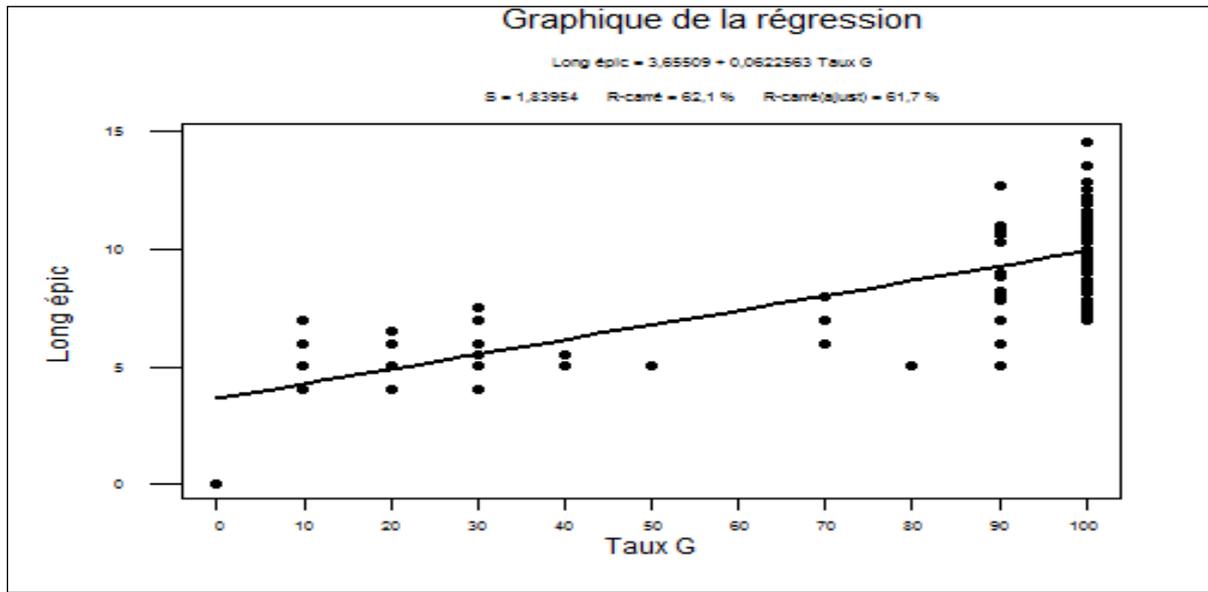


Figure 14. Représentant corrélation entre LE et TG.

4.2.3. La corrélation entre LR et LE

Selon les résultats de notre travail (Annexe 07) nous avons remarqué qu'il y a une corrélation significative positive entre la longueur de radicule et longueur de l'épicotyle celui-ci est déjà confirmé par analyse de régression (figure15).

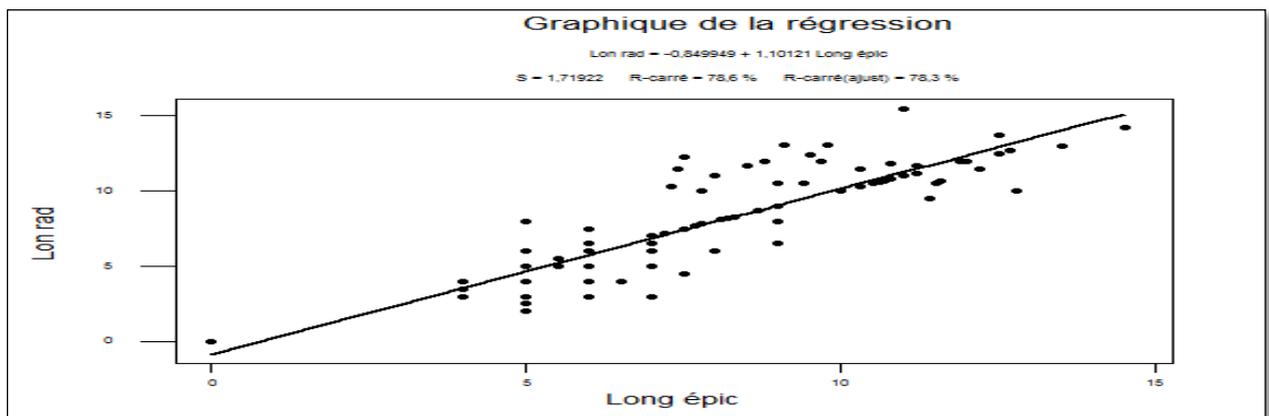


Figure 15. Représentant corrélation entre LR et LE.

4.2.4. La corrélation entre LE et VG

Selon les résultats de notre travail (Annexe 07) nous avons remarqué qu'il y a une corrélation significative positive entre la longueur de l'épicotyle et vitesse de germination celui-ci est déjà confirmé par analyse de régression (figure 16).

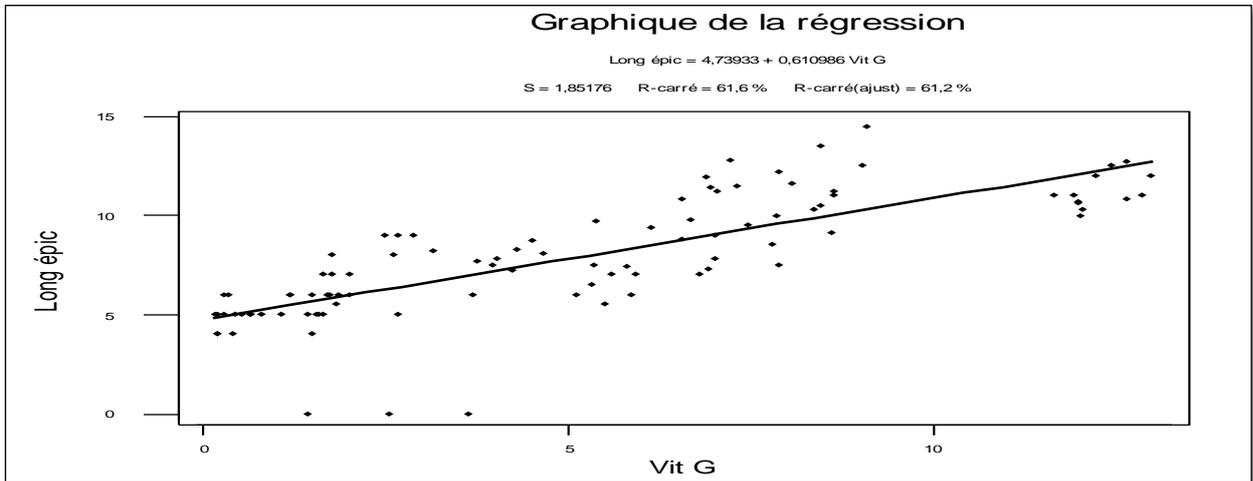


Figure 16. Représentant corrélation entre LE et VG.

4.2.5. La corrélation entre TS et TG

Selon les résultats de notre travail (Annexe07) nous avons remarqué qu'il ya une corrélation négative entre le teneur de sucre et le taux de germination, celui-ci est déjà confirmé par analyse de régression (figure 17).

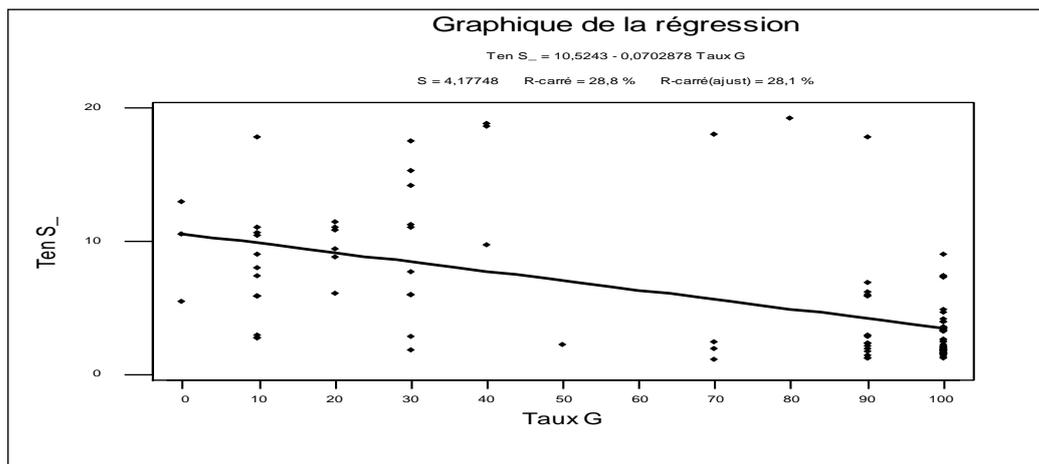


Figure 17. Représentant la corrélation entre TS et TG.

4.2.6. La corrélation entre TP et VG

Selon les résultats de notre travail (Annexe07) nous avons constaté qu'il y a une corrélation positive entre teneur de protéine et la vitesse de germination celui-ci est déjà confirmé par analyse de régression (figure 18).

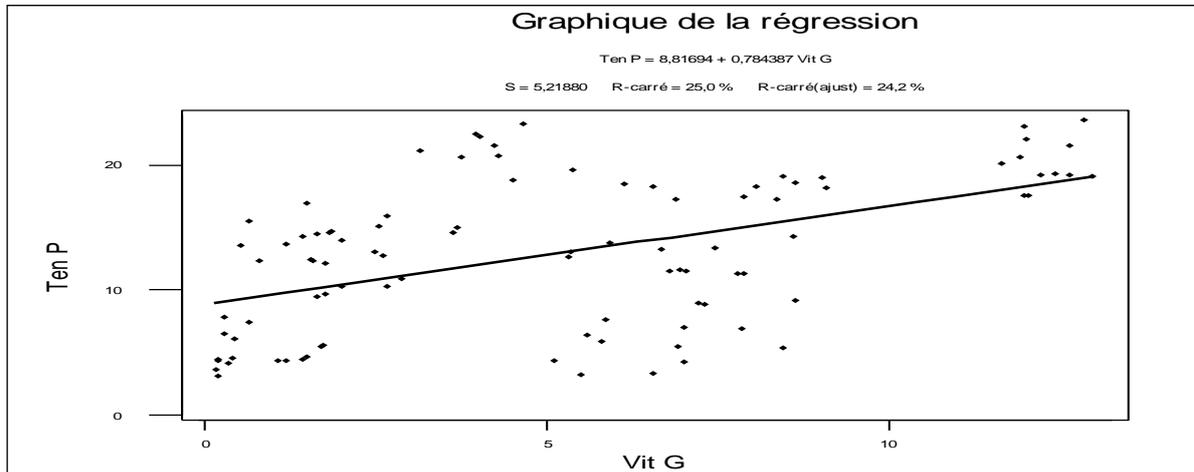


Figure 18.Représentant La corrélation entre TP et VG.

4.2.7. La corrélation entre LR et TG

Selon les résultats de notre travail (Annexe 07) nous avons remarqué qu'il Ya une corrélation négative entre la longueur de radicule et le taux de germination, celui-ci est déjà confirmé par analyse de régression (figure 19).

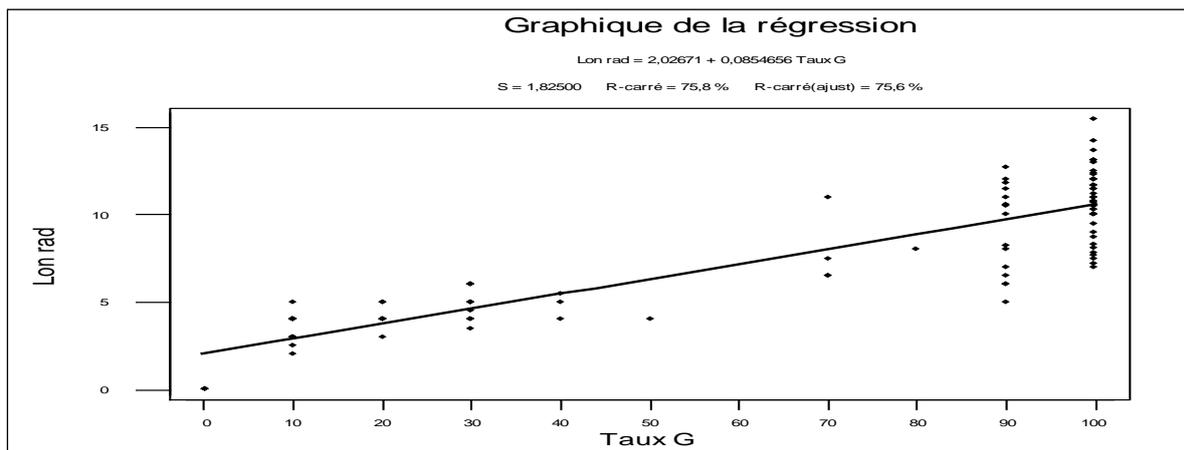


Figure 19.Représentant la corrélation entre LR et TG.

4.2.8. La corrélation entre LR et VG

Selon les résultats de notre travail (Annexe07) nous avons constaté qu'il y a une corrélation positive entre la longueur de radicule et la vitesse de germination, celui-ci est déjà confirmé par analyse de régression (figure 20).

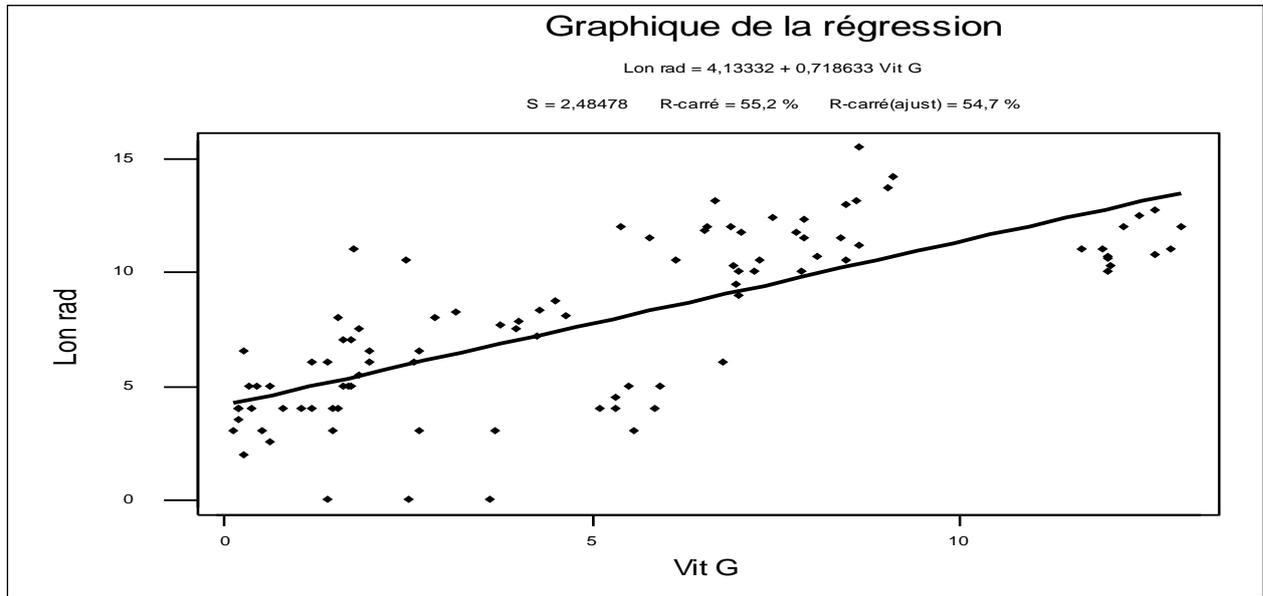


Figure 20. Représentant La corrélation entre LR et VG

4.3. Discussion

A partir de notre étude on peut conclure que l'extrait de réglisse ont une grande influence ou bien ils ont une influence positive sur les critères morphologiques des plantes étudiées (blé dur et quinoa) cette influence apparaît au niveau de :

- La vitesse de germination
- Taux de germination
- Longueur de radicule
- Longueur de l'épicotyle
- Teneur en sucre
- Teneur en protéine

Nous notons que l'augmentation de la longueur de la radicule et l'épicotyle des plantes sont une augmentation significative lors du traitement des plantes. Nous notons également que l'effet du traitement était similaire pour les six variétés étudiées. L'effet de la réglisse à une concentration de 5 g / l était plus par rapport le témoin. Selon les résultats de Al-Ajili(2005) et

Singh et Mukhtar (2006) et Al-Mohammadi(2010) montre que la réglisse a un grand effet sur la longueur de la tige car elle contient le composé glycirizine et son acide, qui sont des substances d'efficacité similaire à l'efficacité des hormones végétales, ce qui favorise la formation de protéines et donc la stimulation de l'élongation et la division cellulaire et selon Marssoumi (1999), qui a montré que pulvériser sur la plante d'oignon par l'extrait de *Glycyrrhiza glabra* L. Contribuer la stimulation de la croissance végétative de la plante à travers l'encouragement des bourgeons dormances grâce à son rôle est similaire de gibbérelline et son composé commun acide mévalonique, et aussi le *Glycyrrhiza glabra* L. qui contient les molécules terpènes qui servent à l'augmentation de croissance végétative et l'augmentation de longueur et division de cellule à cause de l'influence sur les enzymes spéciale pour transformer les molécules complexe aux molécules simples. Des études ont montré que la pulvérisation d'extrait de réglisse (3g/l) sur la laitue entraînait une augmentation significative des caractéristiques de croissance végétative et de productivité sur les pâturages et les fourrages (Saleh et al., 2013) que la pulvérisation d'extrait de réglisse sur les tomates a entraîné une augmentation significative de tous les indicateurs de croissance et de productivité (Saleh et al., 2013).

Et (Al-Jawadi, 2002) a indiqué que la pulvérisation d'extrait de réglisse à une concentration de 2,5 g / litre sur des plants de poivron a donné une augmentation des caractéristiques de croissance végétative représentées par la hauteur de la plante, la surface foliaire, le nombre de fleurs et le rendement. (Hassoun, 2004) a indiqué que la pulvérisation d'extrait de réglisse sur des plants de concombre cultivés en serre à une concentration de 5 g/litre provoquait une augmentation significative de la hauteur des plantes, du nombre de fleurs femelles et du rendement par rapport au traitement témoin.

Et (Mohammed, 2008) lors de son étude sur la plante *Fragaria*, a constaté que le traitement de la plante *Fragaria* avec de l'extrait de réglisse était pulvérisé sur les pousses à trois concentrations (0,0, 2,0, 4,0) g / litre. La concentration 2 d'extrait de racine de réglisse a permis d'augmenter la hauteur de la plante, le nombre de feuilles, la surface foliaire, l'indice de surface foliaire et le poids sec, car elle contient de l'acide mévalonique, le bio-initiateur de la gibbérelline endogène, qui améliore la croissance végétative. Il contient également une forte concentration d'hydrates de carbone, et son comportement est similaire à celui de la gibbérelline en stimulant les enzymes nécessaires pour convertir des composés complexes en composés simples et en les exploitant pour fournir aux plantes de l'énergie et accélérer la division et l'élongation cellulaire(Saadoun et al., 2004 ; Badr et al-Shammari, 2008).

L'extrait de réglisse, en plus d'être similaire à la gibbérelline, contient de nombreuses substances favorisant la croissance telles que des minéraux, des vitamines, des sucres, des flavonoïdes, des saponines, des stérols, des acides aminés, de l'amidon et certains nutriments tels que le potassium, le phosphore, le zinc, le fer, et magnésium (Saadoun et *al.*, 2004).

La valeur la plus élevée pour le taux de germination et la vitesse de germination était à la concentration de 5 g / l pour la réglisse. Selon (Aldrush, 1977) les extraits naturels de plantes utilisés dans les applications agricoles sont l'extrait de réglisse, qui est l'une des plantes de la famille des légumineuses Fabaceae. Cet extrait est utilisé dans de nombreuses études appliquées car il s'agit d'un extrait végétal naturel comme alternative aux régulateurs de croissance synthétiques et contribue à améliorer la croissance et la production des plantes. Il contient également de la glycyrrhizine, qui est des sels de calcium et de potassium. Acide Glycyrrhizique et acide Trihydroxyacide et contiennent du sucre de glucose de 2,8% et 6,3% de saccharose, et son goût est 50 fois plus sucré que le sucre de canne, et il est le composé intermédiaire de l'acide mévalonique (l'initiateur de la synthèse de la gibbérelline à l'intérieur de la plante) et suit une voie spécifique de synthèse des substances sucrées dans les racines de réglisse (Aldrush, 1977).

(Afaf, 2018) a également indiqué que le processus de germination des graines d'orge a enregistré une augmentation remarquable et rapide, car la vitesse d'émergence des semis était de 24 heures, et cela est dû à l'effet de la pulvérisation d'extrait de réglisse par rapport au traitement témoin, et cela correspond à ce que (Hassan 2008) a mentionné lors du traitement des graines de blé avec de l'extrait de réglisse. De plus, l'effet de l'extrait aqueux de réglisse sur la germination a fait passer le pourcentage de germination de 25 % pour le traitement témoin à 88 % pour le traitement par pulvérisation.

Concernant l'influence des traitements de l'extrait de réglisse sur le teneur en sucre et teneur en protéine des variétés de blé dur et quinoa nous avons noté une valeur maximale avec la réglisse 5 g/l et réglisse 10 g/l. Nous pouvons expliquer que la plante de réglisse contient de nombreux composés chimiques, et la glycyrrhizine et son acide sont les deux composants les plus importants de la réglisse, car ils ont une efficacité similaire à celle des hormones stéroïdes. Ce sont des hormones anabolisantes qui entraînent une augmentation de la formation de protéines (aldouche, 1977). C'est ainsi que le rôle de la réglisse dans la stimulation de la croissance végétative de la plante en favorisant les bourgeons dormants du fait de sa participation avec la gibbérelline au processus de biosynthèse et du fait que la réglisse contient de nombreux composés terpéniques et son effet sur les enzymes de conversion des complexes

composés en composés simples que la plante exploite pour construire les nouveaux matériaux protéiques nécessaires à sa croissance. La réglisse contient également des quantités importantes de nutriments tels que le potassium, le calcium, le phosphore, les oligo-éléments et les sucres réducteurs et non réducteurs(AlMarsoumi Hammoud Gharbi Khalifa 1999).

La réglisse travaille également pour fournir de l'azote et sa préparation pour les plantes qui entre dans la composition de la plupart des substances vitales importantes de la plante telles que les protéines ARN et ADN et la chlorophylle, provoque une division et un allongement cellulaires rapides (Delvin,1975). Al-Hadithi (2008) et Al-Dulaimi (2012) ont indiqué que l'extrait de réglisse augmente le pourcentage de protéines dans les graines de blé et de pois, respectivement.

Conclusion

Dans cette étude nous avons utilisé trois concentrations différentes de l'extrait de racine de réglisse comme hormone naturelle, et nous avons utilisé de l'eau distillée pour les plantes témoins. L'expérience a été menée à la Faculté de biologie de l'Université de Mohamed Khider, Biskra El Hajeb. Dans cette expérience, nous avons utilisé les graines de trois variétés de blé dur et trois variétés de quinoa. L'extrait de réglisse a un effet efficace sur la germination des plantes, quel que soit le degré de réponse au réglisse qui varie d'un génotype à l'autre.

Ainsi, les résultats rapportés dans la présente étude montrent que la réponse du quinoa et du blé dur aux concentrations de l'extrait de réglisse a marqué une augmentation de tous les paramètres étudiés. Les résultats concernant le taux de germination, la vitesse de germination, longueur de radicule et la longueur de l'épicotyle nous a permis de conclure que le génotype Waha avec la concentration 5g/l à des bonnes valeurs ; par contre la variété Q₁₀₄ qui marqué des valeurs faibles dans la concentration 20 g/L. Nous déterminons que la quantité de sucre est élevé pour la dose 5g/l dans la variété Q_{noir} par rapport les autres génotypes. Parmi nos résultats on a montré que le génotype oued elbared à la meilleure teneur de protéine avec le traitement 5g/l. à travers les résultats obtenus, nous constatons que les génotypes de blé dur il a donné le meilleur pourcentage en paramètre morphologique tendu que les génotypes de quinoa entre les paramètres chimiques.

En fin, les résultats ont montré que le traitement de trempage à la réglisse et à entraînait une augmentation significative de tous les indicateurs étudiés. L'irrigation avec l'extrait de racine de réglisse a joué un rôle important similaire à celui de l'acide gibbérellique dans l'augmentation de la germination des plantes de blé dur et de quinoa.

Au vu du manque d'études sur l'amélioration de la croissance et de la production des plants de blé et de quinoa, économiquement défavorisés, et de la richesse de la réglisse en nutriments, de son bon marché et de sa non nocivité pour l'environnement et la santé humaine, nous proposons d'autres études pour connaître l'effet du trempage et de la pulvérisation d'extrait de réglisse sur l'amélioration de la croissance végétative et des caractéristiques de productivité des deux plantes.

Références bibliographiques

1. Al-Ajili, Thamer Abdullah Zahwan, 2005. L'effet de l'acide gibbérellique et de certains nutriments sur la production de glycyrrhizine et de certains autres composants dans la plante *glabra Glycyrrhiza*, thèse de doctorat, Collège d'agriculture, Université de Bagdad, Iraq.
2. AL-Marsoumi H. G. K. 1999. Effet de certains facteurs dans les recettes croissance végétative et floraison et contient des graines dans trois variétés d'oignon (*Allium cepa* L.), Ph.D. mémoire, Faculté d'agriculture, Université de Bagdad, Iraq.
3. Bednarak J (2012). Analyse fonctionnelle de TaGW2, une E3 ligase de type RING, dans le développement du grain de blé tendre (*Triticum aestivum*). Thèse de doctorat en Physiologie et génétique moléculaire, Université Blaise Pascal -Clermont-FerrandII, Auvergne, 468p
4. Botineau M. Guide des plantes médicinales. Belin. Paris; 2011. 239 p.
5. Bouriquat M. la réglisse : principales propriétés et utilisation, université clermont auvergne ufr de pharmacie, le 4 février 2020.
6. Bozzini A., 1988: Origine distribution of durum wheat in the world. In fabiani G. Linatase, édition Durum chemistry and thechnology, AACC (Minnestora), Etats unis, p:1-6.
7. Bruneton J. Pharmacognosie: phytochimie, plantes médicinales. 5^oéd. Paris Cachan: Lavoisier; 2016. 1488 p.
8. Chandler F. 2000. Herbs Everyday Reference for Health Professionals, Association des pharmaciens du Canada et Association médicale canadienne.
9. Couplan F. Dictionnaire étymologique de botanique. Paris : Delachaux et Niestlé, 2000, 85-97p
10. Delphine Cael. Contribution à l'étude de la réglisse (*Glycyrrhizaglabra* L.) : ses utilisations thérapeutiques et alimentaires. Sciences pharmaceutiques. 2009. fffhal-01
11. Feillet P., 2000 : Grain de blé : composition et utilisation, Edition INRA, Paris, pp :17,25
12. Ferrari J.-P. Dictionnaire étymologique de la flore française. Paris : Lechevalier, 1984.
13. Garnier G. et al. Ressources médicinales de la flore française. Paris : Vigot Frères, 1961-tome II.
14. Hamadache A., 2001 : Stade et variété de blé dur, Edition ITGC, Algerie, pp :6
15. Hans. Kothe. Mille plantes aromatiques et médicinales. P226, 2007
16. Henry Y et Debuser., 2000 : l'origine de blé, édition pour la science, hors-série, pp :60

17. Li K, Ji S, Song W, Kupang Y, Lin Y, Tang S, et al. Glycybridins A-K, Bioactive Phenolic Compounds from *Glycyrrhizaglabra*. J Nat Prod. 2017;80(2):334-46.
18. Mihoub A, Chaoui A, El Ferjani E (2005). Changements biochimiques induits par le cadmium et le cuivre au cours de la germination des graines de petit pois (*Pisum sativum* L.). Comptes Rendus Biologies, 328(1): 33-41
19. Moses T. N., Abdul-Jabbar W. A., Elwy A. N., A. 2002. Etude de certains composants locaux de la poudre de racine réglisse (*Glycyrrhizaglabra* L.), Le Journal irakien des sciences agricoles, , 33 (4): 30-38.
20. Sabry G. H., Mervat S. et Abd EL-Wahba M. A, 2009. Influence de l'application efficace de micro-organismes, d'extraits d'algues et d'acides aminés sur la croissance, le rendement et la qualité des grappes de vignes Red Globe, J. Agric. Sci. Mansoura Univ., 34, 5901-5921.
21. Site de wibe1 : <http://www.franceagrimer.fr/content/download/file/Safran.pdf>. (Page consultée le 10/07/14)
22. Soltner D (2012). Les grandes productions végétales. Sciences et Techniques Agricoles, Bressuire ,472p
23. Wichtl M, Anton R. Plantes thérapeutiques : tradition, pratique officinale, science et thérapeutique. 2^eéd. Paris Cachan : Lavoisier ; 2003. 692 p.
24. Zhang Q, Ye M. Chemical analysis of the Chinese herbal medicine Gann-Cao (licorice). J Chromatogr A. 2009;1216(11):1954-69.
25. مرسومي، حمود غربي خليفة (1999): تأثير بعض العوامل في صفات النمو الخضري والتزهير وحاصل البذور في ثلاثة اصناف من البصل *Allium cepa* L. اطروحة دكتوراه غير منشورة (-كلية الزراعة-جامعة بغداد-العراق، 216ص)

Annexes

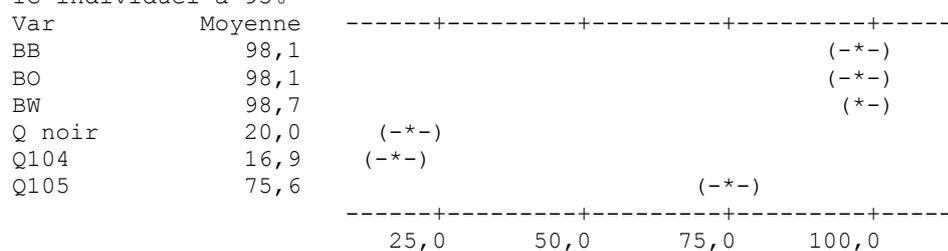
ANNEXE 01

ANOVA à deux facteurs contrôlés : Taux G en fonction de Var; Trai

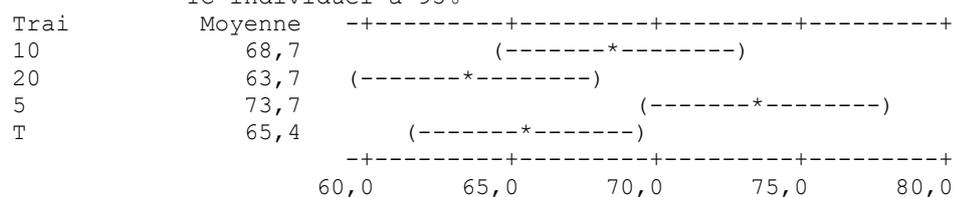
Analyse de variance pour Taux G

Source	DL	SC	CM	F	P
Var	5	123783,3	24756,7	254,64	0,000
Trai	3	1400,0	466,7	4,80	0,004
Interaction	15	2400,0	160,0	1,65	0,083
Erreur	72	7000,0	97,2		
Total	95	134583,3			

IC individuel à 95%



IC individuel à 95%

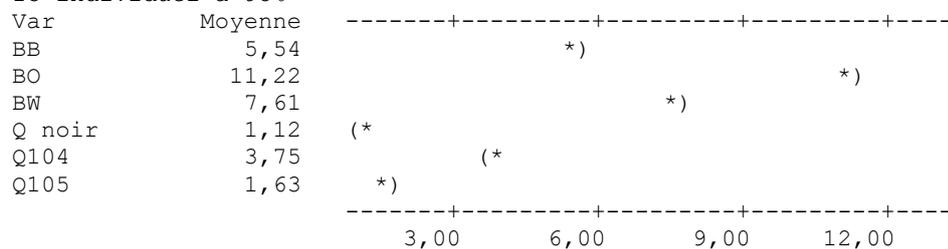


ANNEXE 02

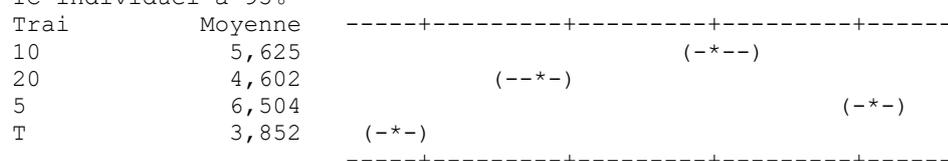
Analyse de variance pour Vit G

Source	DL	SC	CM	F	P
Var	5	1176,879	235,376	1260,67	0,000
Trai	3	97,028	32,343	173,23	0,000
Interaction	15	98,613	6,574	35,21	0,000
Erreur	72	13,443	0,187		
Total	95	1385,963			

IC individuel à 95%



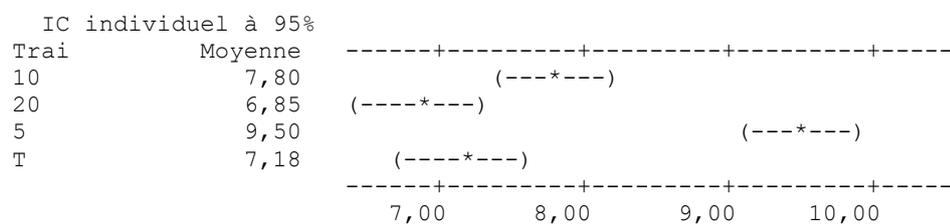
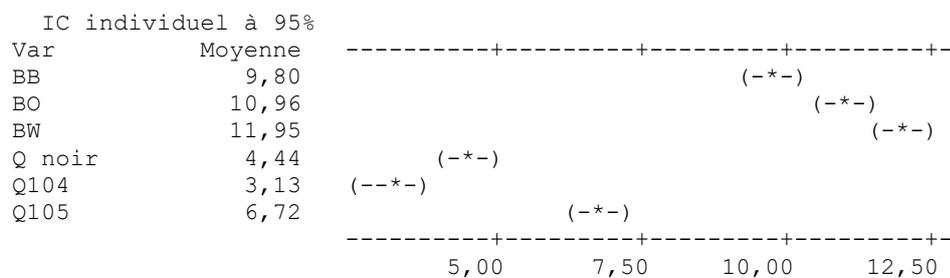
IC individuel à 95%



ANNEXE 03

Analyse de variance pour Lon rad

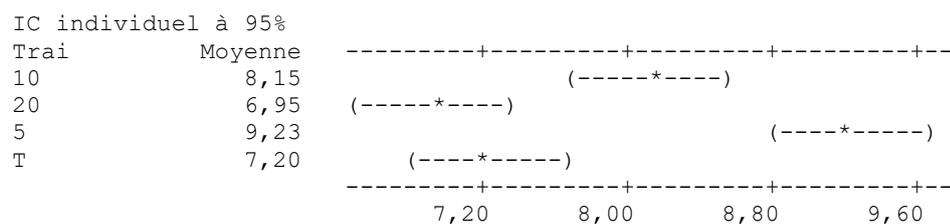
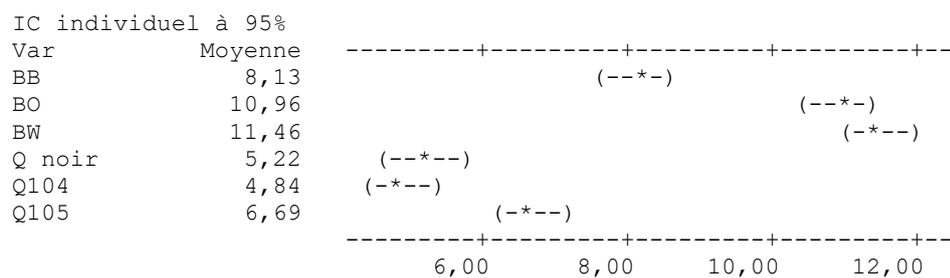
Source	DL	SC	CM	F	P
Var	5	1048,16	209,63	181,12	0,000
Trai	3	100,64	33,55	28,98	0,000
Interaction	15	63,99	4,27	3,69	0,000
Erreur	72	83,34	1,16		
Total	95	1296,13			



ANNEXE 04

Analyse de variance pour Long épi

Source	DL	SC	CM	F	P
Var	5	641,34	128,27	111,07	0,000
Trai	3	76,91	25,64	22,20	0,000
Interaction	15	38,31	2,55	2,21	0,013
Erreur	72	83,14	1,15		
Total	95	839,71			

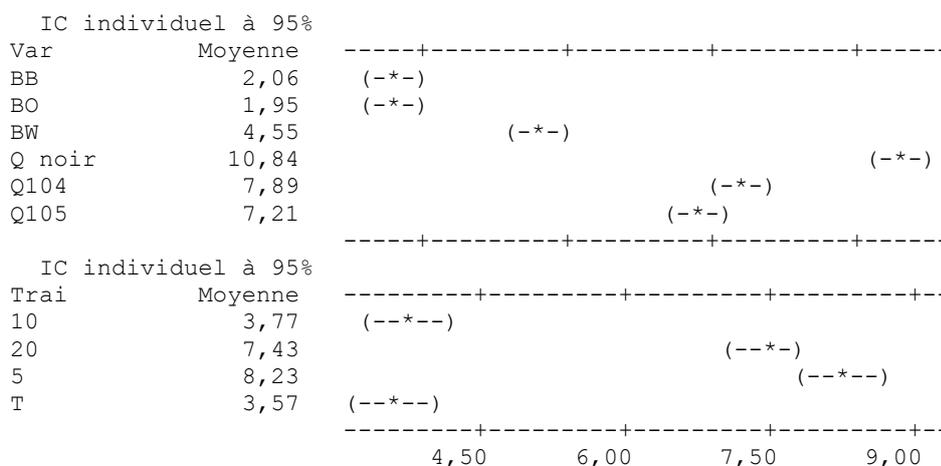


4,000 4,800 5,600 6,400

ANNEXE 05

Analyse de variance pour Ten S_

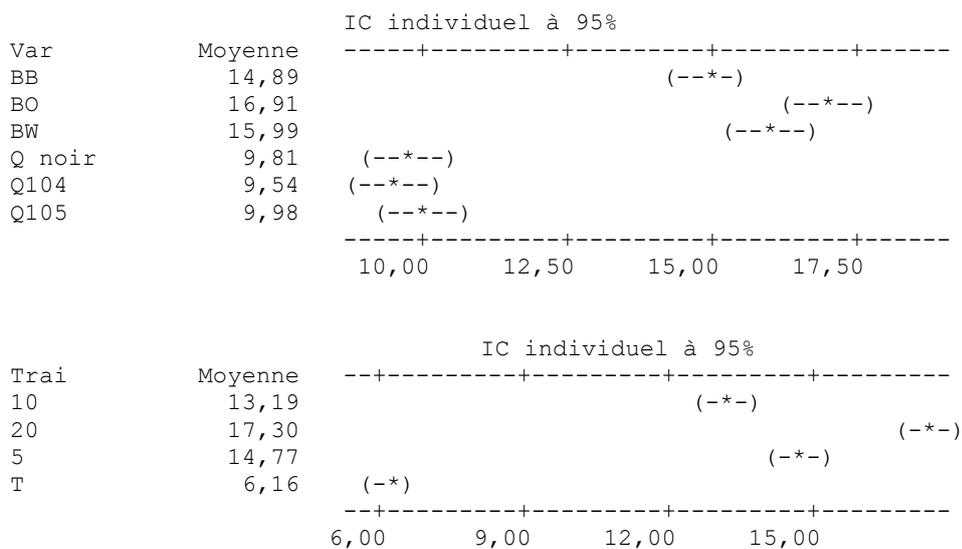
Source	DL	SC	CM	F	P
Var	5	994,42	198,88	191,57	0,000
Trai	3	422,77	140,92	135,74	0,000
Interaction	15	813,38	54,23	52,23	0,000
Erreur	72	74,75	1,04		
Total	95	2305,32			



ANNEXE 06

Analyse de variance pour Ten P

Source	DL	SC	CM	F	P
Var	5	944,04	188,81	92,31	0,000
Trai	3	1640,38	546,79	267,33	0,000
Interaction	15	681,22	45,41	22,20	0,000
Erreur	72	147,27	2,05		
Total	95	3412,91			



ANNEXE 07

Corrélations : Taux G; Long épic; Vit G; Ten S_; Ten P; Lon rad

	Taux G	Long épi	Vit G	Ten S_	Ten P
Long épi	0,788 0,000				
Vit G	0,616 0,000	0,785			
Ten S_	-0,537 0,000	-0,451 0,000	-0,440 0,000		
Ten P	0,450 0,000	0,458 0,000	0,500 0,000	-0,070 0,500	
Lon rad	0,871 0,000	0,886 0,000	0,743 0,000	-0,439 0,000	0,425

Résumés

الملخص:

يعتبر نبات عرق السوس من أهم النباتات الطبية الفعالة في مجال الصحة بالإضافة إن الدراسات الفعالة أثبتت فعالية هذه النبتة في مجال الزراعة وقد أجريت عدة دراسات حول تأثير مستخلص عرق السوس على نمو النبات. قمنا بمقارنة بعض الخصائص المورفولوجية لكل من نباتي الكينوا والقمح الصلب ونسبة السكر والبروتين في البذور المعالجة وغير المعالجة. استخدمنا في معالجة النباتات ثلاث تراكيز لمستخلص عرق السوس: 5 غ/ل، 10 غ/ل و 20 غ/ل. تظهر النتائج التي تم الحصول عليها تفوق تركيز 5 غ/ل لمستخلص عرق السوس على جميع المعايير المدروسة مقارنة بباقي التراكيز ومنه له تأثيرا في تحسين أنتاش النباتات كما أن له دور في زيادة نسبة السكريات والبروتينات.

الكلمات المفتاحية: القمح الصلب ، الكينوا، عرق السوس (*Glycyrrhizaglabra L*)، الانتاش .

Résumé

La plante de réglisse est considérée comme l'une des plus importantes plantes médicinales efficaces dans le domaine de la santé .De plus, des études efficaces ont prouvé l'efficacité de cette plante dans le domaine de l'agriculture .Plusieurs études ont été menées sur l'effet de l'extrait de réglisse sur les plantes croissance. Nous avons comparé certaines caractéristiques morphologiques du quinoa et du blé dur, ainsi que le pourcentage de sucre et de protéines dans les semences traitées et non traitées. Nous avons utilisé trois concentrations d'extrait de réglisse en traitement des plantes : 5g/L, 10g/L et 20g/L. Les résultats obtenus montrent que la concentration de 5g/L d'extrait de réglisse dépasse toutes les normes étudiées par rapport au reste des concentrations, et qu'elle a un effet sur l'amélioration de la germination des plantes, et qu'elle a aussi un rôle dans l'augmentation du teneur de sucres et protéines..

Mots clés : blé dur, quinoa, réglisse (*GlycyrrhizaglabraL.*) ,germination.

Abstract

Licorice plant is considered as one of the most important effective medicinal plants in the field of health. Moreover, effective studies have proven the effectiveness of this plant in the field of agriculture. Several studies have been conducted on the effect of licorice extract on plant growth. We compared some morphological characteristics of quinoa and durum wheat, as well as the content of sugar and protein in treated and untreated seeds. We used three concentrations of liquorice extract in plant treatment: 5g/L, 10g/L and 20g/L. The results obtained show that the concentration of 5g/L of liquorice extract exceeds all the standards studied compared to the rest of the concentrations, and that it has an effect on improving the germination of plants, and that it has also a role in increasing the content of sugars and proteins.

Keywords: *durum wheat, quinoa, licorice (Glycyrrhiza glabra L.), germination.*