



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



Université des Frères Mentouri Constantine  
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

جامعة الاخوة منتوري قسنطينة  
كلية علوم الطبيعة والحياة

**Département :** Biologie Et Ecologie Végétale

**قسم :** لبيولوجيا و ايكولوجيا النباتية

**Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master**

**Domaine :** Sciences de la Nature et de la Vie

**Filière :** science biologie

**Spécialité :** biotechnologie et génomique végétale

Intitulé :

---

## LA CULTURE HYDROPONIQUE DE L'ORGE

---

Présenté et soutenu par : **BOULECHFAR Boutheina.**

Le :28/06/2018

**Jury d'évaluation :**

**Président du jury :** Mr. KELLOU Kamel

université Mentouri Constantine

**Rapporteur :** Pr. DJEKOUN Abdelhamid

université Mentouri Constantine

**Co-rapporteur :** Mm. LOUALI Yamouna

université Mentouri Constantine

**Examineurs :** Dr. BOUSBA Ratiba

université Mentouri Constantine

*Année universitaire*  
*2017 - 2018*

**Je dédie ce modeste travail à**

*Mes parents, plus particulier à la lumière de mes jours, la source de mes efforts, la flamme de mon cœur, ma vie et mon bonheur ; maman que j'adore. Qui a œuvré pour ma réussite, par son amour, son soutien, tous les sacrifices consentis et ses précieux conseils, pour toute son assistance et sa présence dans ma vie, reçois à travers ce travail aussi modeste soit-il, l'expression de mes sentiments et de mon éternelle gratitude.*

*A mon très chère frère Yaya*

*En souvenir d'une enfance dont nous avons partagé les meilleurs et les plus agréables moments. Pour toute la complicité et l'entente qui nous unissent, pour toute ta tendresse et ton amour ce travail est un témoignage de mon attachement et de mon amour.*

*À ma belle cousine et ma tante Pour toute l'ambiance dont vous m'avez entouré, pour toute la spontanéité et les élans chaleureux, Je vous dédie ce travail. Puisse Dieu le tout puissant exhausser tous vos vœux.*

*A l'homme que je respecte le plus et que j'admire, a 'Lhomme qui nous a toujours épauler et qu été toujours autour de nous dans les pires situations, je t'aime tellement mon oncle chéri et que dieu te protège*

*Aux personnes qui m'ont toujours aidé et encouragé, qui étaient toujours à mes côtés, et qui m'ont accompagné*

*Durant mon chemin d'études supérieures, mes aimables amis, collègues d'étude, et sœurs de cœur, toi Karima et Sara, a sabi, Maissa, Souheila, Anfel et Farah, et a toute mes sœur et frères de la promo de*

**BTGV 2017 /2018**

## ***Remerciements***

*En préambule, je veux adresser tous mes remerciements aux personnes avec lesquelles j'ai pu échanger et qui m'ont aidé pour la rédaction de ce mémoire.*

*En commençant par remercier tout d'abord le professeur DJEKOUN Abdlhamid, rapporteur de recherche de ce mémoire, pour son aide précieuse et pour le temps qu'il m'a consacré malgré ses lourdes charges.*

*Merci à Mr BELBEKRI Nadir, chef de service au labo GBBV qui a su me guider tout au long de mon travail avec patience et gentillesse.*

*Merci à Mme, LOUALI Yamina MAB ; à l'Université de Mentouri ma Co-encadrant qui m'a beaucoup aidé en si peu de temps.*

*Merci à Mr. KELLOU Kamel, MAA, à l'Université de Mentouri, qui m'a toujours accordé un peu de son temps pour m'orienter et me conseiller, et d'avoir accepté d'être un membre du jury.*

*Je tenais également à remercier Dr. BOUSBA Ratiba à l'Université de Mentouri, d'avoir accepté d'examiner mon travail.*

*Je tenais également à remercier Dr. HAMLAM Chourouk, pour ces précieux conseils.*

*Enfin, j'adresse mes plus sincères remerciements à l'équipe pédagogique de BTGV : Pr. YAKHLEF, Pr. HAMIDCHI ;*

*Dr. BENBLKACEM, Dr. BOUSBA, Mr. TAMAGOULT,*

*Dr. BENABDOUN, Dr. KACEM*

*Pour leur gentillesse et leur sérieux.*

# Table des matières

Introduction .....	1
L'orge ( <i>Hordeum vulgare L.</i> ), une plante modèle et ; une plante d'intérêt agronomique .....	3
1. Historique .....	3
2. Aspect botanique de l'orge ( <i>Hordeum</i> ) : .....	4
2.1. Taxonomie de l'orge .....	5
3. Utilisation des grains .....	5
Orge fourragère .....	5
4. Les principales caractéristiques de l'orge .....	6
4.1. Morphologie et structure du grain .....	6
4.2. Conditions de la germination .....	6
4.3. Conditions de germination externes ou liées au milieu .....	6
4.5. Le contrôle de la germination par les régulateurs de croissance : .....	7
4.6. L'inhibition mécanique : .....	8
4.7. L'inhibition tégumentaire .....	8
5. Culture de l'orge en Algérie .....	8
A. Superficie et production .....	8
B. Principales variétés d'orge cultivées en Algérie .....	10
6. La production mondiale de l'orge .....	11
Tour d'horizon de la production hors-sol de fourrage : .....	12
1. Historique .....	13
2. Qu'est-ce que c'est la culture hydroponique ? .....	14
3. Culture hydroponique VS culture de terre .....	14
3.2. Avantage et inconvénients de la culture hydroponique .....	16
Avantages de la culture hydroponique. ....	16
Inconvénients de la culture hydroponique .....	16
5. Production hors sol de fourrage .....	17
La germination, la base de toute production .....	17
7. Traçabilité du fourrage vert (composition chimique) : .....	18
Matériel et Méthode .....	20
1. Le matériel végétal .....	20
2. Méthode et méthodologie du travail .....	21
2.1. Mise en place de l'expérimentation .....	21
2.3. Conduite de l'essai et période de mesure .....	21

<b>4. Techniques et paramètres mesurés (étudiés) .....</b>	<b>22</b>
<b>4.1. Germination des graines et mise en culture hydroponique .....</b>	<b>22</b>
<b>4.2. Préparation de la solution nutritive .....</b>	<b>23</b>
<b>4.3. Gestion de la solution nutritive.....</b>	<b>24</b>
<b>4.4. L'Analyse de teneur en chlorophylle .....</b>	<b>25</b>
<b>2. le poids des graines d'orge après trempage .....</b>	<b>26</b>
<b>3. Evolution de la germination .....</b>	<b>26</b>
<b>3.1. Les graines trempées pendant 24h.....</b>	<b>27</b>
<b>3.2. Les graines trempées pendant 48H .....</b>	<b>27</b>
<b>2.3. L'évolution de la germination des graines trempées pendant 72 h .....</b>	<b>28</b>
<b>5. la levée des premières feuilles des graines germées après l'utilisation de traitement .....</b>	<b>29</b>
<b>5.1. Trempage de 24h .....</b>	<b>29</b>
<b>4.3. Trempage de 72h .....</b>	<b>32</b>
<b>2. Suivi de l'évolution des graines après 5 jours et après 10 jours .....</b>	<b>33</b>
<b>2.1 les graines trempées pendant 24h.....</b>	<b>33</b>
<b>2.2 les graines trempées pendant 48h .....</b>	<b>35</b>
<b>2.3. Les graines trempées pendant 72h .....</b>	<b>36</b>
<b>3. Teneur en chlorophylles.....</b>	<b>38</b>
<b>Conclusion générale .....</b>	<b>41</b>

## Liste des figures

Figure 1 : l'orge a 6 rangs et l'orge à 2 rangs .....	4
Figure 2 : jardine suspendus de babylone .....	14
Figure 3 : les bacs utilisé dans la culture hydroponique. ....	22
Figure 4 : la pesée des graines d'orge a l'état sec .....	22
Figure 5: l'installation de la culture de l'orge trempés dans l'eau pendants 24H.....	23
Figure 6 : comparaison entre l'absorption maximum des éléments nutritifs entre la culture en terre et la culture hydroponique .....	24
Figure 7 : ajustement du ph de la solution nutritives NPK 20% .....	25
Figure 8 : SPAD-502 plus analyseurs de chlorophylle .....	25
Figure 9 : germination des graines d'orge pendant trois jours de leurs semis .....	27
Figure 10 : les graines germées après 60h de leurs semis .....	28
Figure 11 : la germination de l'orge trempées après 84h de son semis .....	28
Figure 12 : l'évolution des graines d'orge trempées pendant 24h et arroser avec de l'eau entre le début de l'évolution et la germination.....	30
Figure 13 : l'évolution des graines d'orge trempées pendant 24h et arroser avec la solution nutritive NPK 20% entre et le début de l'évolution la germination. ....	30
Figure 14 : l'évolution des graines d'orge trempées pendant 24h et arroser avec la solution nutritives macro et microélément entre la germination et le début de l'évolution.....	30
Figure 15: l'évolution des graines d'orge trempées pendant 48h et arroser avec de l'eau entre le début de l'évolution et la germination.....	31
Figure 16 : l'évolution des graines d'orge trempées pendant 48h et arroser avec la solution nutritive macro et microélément entre et le début de l'évolution la germination. ....	31
Figure17: l'évolution des graines d'orge trempées pendant 48h et arroser avec la solution nutritives NPK 20% entre la germination et le début de l'évolution.....	31
Figure 18 : l'évolution des graines d'orge trempées pendant 72h et arroser avec de l'eau entre le début de l'évolution et la germination.....	32
Figure 19 : l'évolution des graines d'orge trempées pendant 72h et arroser avec la solution nutritive NPK 20% entre le début de l'évolution et la germination. ....	32

<b>Figure 20 : l'évolution des graines d'orge trempées pendant 72h et arroser avec la solution nutritives macro et microélément entre la germination et le début de l'évolution.....</b>	<b>33</b>
<b>Figure 21: croissance des feuilles des graines germer pendant 24h après 8 jours de la date de semis .....</b>	<b>33</b>
<b>Figure 22 : la croissance des feuilles des graines germées pendant 24 après 13 jour de semis.....</b>	<b>34</b>
<b>Figure 23: la croissance des feuilles des graines d'orge trempées pendants 48h à partir de 8 jours de la date de semis .....</b>	<b>35</b>
<b>Figure 24: la croissance des feuilles des graines d'orge trempées pendants 48h à partir de13 jours de la date de semis .....</b>	<b>35</b>
<b>Figure 25 : la croissance des feuilles des graines d'orge trempées pendants 72h à partir de 8 jours de la date de semis .....</b>	<b>36</b>
<b>Figure 26 : la croissance des feuilles des graines d'orge trempées pendant 72h à partir de 13 jours de la date de semis .....</b>	<b>37</b>
<b>Figure 27 : la teneur de chlorophylle dans les feuilles des graines trempées pendants 24h.....</b>	<b>38</b>
<b>Figure 28 : la teneur de chlorophylle dans les feuilles des graines trempées pendants 48h.....</b>	<b>38</b>
<b>Figure 29 :la teneur de chlorophylle dans les feuilles des graines trempées pendants 72h.....</b>	<b>39</b>
<b>Figure 30 : histogramme du poids de la biomasse de l'orge hydroponique en grammes .....</b>	<b>40</b>

## Liste des tableaux

Tableau 1: Evolution de la superficie et de la production de l'orge en Algérie (Statistiques Agricoles, série B, 1998-2006).....	10
Tableau 2: Variétés d'orge cultivées en Algérie (Boufenar et Zaghouane, 2006). .....	11
Tableau 3: production mondiale d'orge de 2005 à 2010 (fao, 2010) .....	12
Tableau 4 : les inconvénients et les avantage de la culture de terre selon (cannaweed, 2008).....	15
tableau 5 : les inconvénients et les avantage de la culture hydroponique selon (cannaweed, 2008).....	16
Tableau6 Temps de germination. Selon l'espèce (d'après Buard, 2011; Dougoud Chavannes, 2009).....	18
Tableau 7 : Evolution des teneurs en glucides solubles, en amidon, en azote total et soluble (En% de la matière sèche) des graines d'orge pendant la germination .....	19
Tableau 8: les caractéristiques agronomiques morphologique culturale et qualitatives de la variété expérimentée (guide des principales variétés de céréale a paille en Algérie 2006) .....	20
Tableau 9: composition de la solution microélément et macroélément.....	21
Tableau 10 : le poids secs et frais des graines. ....	26
Tableau 11: Composition chimique des aliments .....	38
Tableau 12: le poids de l'orge hydroponique traitées avec différents traitements après 10 jours .....	40

## **Résumé**

La couverture des besoins alimentaires du cheptel est un problème pour chaque éleveur ; Les questions relative aux disponibilités ; aux prix des aliments ; et la contrainte climatique, demeure un sujet contraignant au regard de l'état nationale et mondiale.

Notre étude quantitative portera sur une variété d'orge SAIDA 180 au cours de la germination ; et la levée des feuilles dans un milieu hydroponique en une période de 10 jours ; en utilisant deux solutions nutritives : une solution préparé à partir d'une poudre (N20%P20%K 20%); une autre solution liquide qui contient des oligoéléments et de l'eau comme contrôle ; les résultats montrent que le poids de l'orge hydroponique est plus élevé et ; ça croissance est plus rapide avec de l'eau et la solution nutritive NPK20% ; ces résultats pourront résoudre le problème de déficit de fourrage vert en Algérie.

Mot clé : culture hydroponique, solution nutritive ; fourrage vert, l'orge Saïda 183

## **Abstract**

The coverage of livestock feed needs is a problem for every livestock farmer; issues relating to availability; feed prices; and climate constraint, remains a binding issue in national and global terms.

Our quantitative study will focus on a variety of SAIDA barley during germination and leaf emergence in a hydroponic medium in a period of 10 days using two nutrient solutions : a solution prepared from a powder (N20%P20%K 20%) and another liquid solution that contains trace elements and macro elements and water as control the results show that the yield of hydroponic barley is higher and faster with water and nutrient solution NPK20% ; these results will solve the problem of green fodder deficit in Algeria.

Keyword : hydroponic cultivation, nutrient solution ; green fodder, barley Saïda 183

## ملخص :

ان تغطية الاحتياجات الغذائية للماشية مشكلة بالنسبة لكل من الرعاة؛ السؤال المتعلق بتوافر النقدية؛ وأسعار الأغذية؛ ولا يزال الموضوع المتعلق بالمناخ والقيود المناخية موضوعا ملزما بالنظر إلى الحالة الوطنية والعالمية.

سوف تغطي دراستنا الكمية مجموعة متنوعة من SAIDA 180 الشعير أثناء الإنبات ؛ ورفع الأوراق في وسط المياه في فترة 10 أيام ؛ باستخدام محلولين مغذيتين: محلول محضر من مسحوق (20% N20% P20% K 20%) ؛ محلول سائل آخر يحتوي على عناصر التتبع والمياه كوسيلة تحكم ؛ تظهر النتائج أن وزن الشعير المائي أعلى و ؛ ينمو بسرعة مع الماء ومحلول مغذى NPK20%. هذه النتائج سوف تحل مشكلة علف العلف الأخضر في الجزائر.

**الكلمات الرئيسية:** الزراعة المائية ، محلول مغذي. علف أخضر، شعير صعدا 183.

---

# ***INTRODUCTION GENERALE***

---

### **Introduction**

La production animale correspond à une activité de transformation de ressources alimentaires, qui sont pour la plupart des végétaux non valorisables directement par l'homme, en produits animaux qui se caractérisent par des valeurs nutritives énergétique et surtout azotée élevées pour l'homme. La couverture des besoins alimentaires du cheptel est un problème pour chaque éleveur.

L'Algérie souffre d'un déficit chronique en ressources fourragères qui limite le développement des productions animales. La production fourragère locale est nettement insuffisante pour combler les besoins des éleveurs. La culture des plantes fourragères arrosées est estivale, elle exige des terres riches, bien travaillées et fumées à une irrigation régulière, surtout pour les espèces destinées à la consommation en vert.

Les bovins se nourrissent essentiellement de végétaux. Chaque jour, l'animal doit consommer la quantité d'aliments nécessaire pour couvrir ses besoins : cette quantité est appelée la ration. Elle varie suivant l'espèce animale, l'âge de l'animal, le type de production principal (viande ou lait), la saison et la région d'élevage. L'homme a vraisemblablement mis en jeu des pratiques alimentaires spécifiques, et de plus en plus rationnelles, dès le début de la domestication.

La culture hydroponique de l'orge est une technologie innovante (cette innovation est importante dans la mesure où elle permet d'assurer la pérennité de la production laitière et d'établir des fermes intégrées) à la fois saine, rentable et respectueuse de l'environnement. Elle permet d'accélérer le processus de maturation des céréales grâce à un rythme nyctéméral plus rapide et permet plusieurs récoltes par an. Elles ne sont soumises à aucun pesticide. Les insectes, autres parasites sont bannis et ne viendront pas déranger votre culture. Le consommateur a une meilleure visibilité sur la traçabilité et la provenance de ses fruits et légumes.

La plupart des producteurs hydroponiques commerciaux combinent la technologie hydroponique avec un environnement contrôlé pour obtenir les produits de la plus haute qualité. Dans une structure verte, vous pouvez contrôler la température ambiante. L'humidité et les niveaux de lumière, ce qui vous permet de croître tout au long de l'année. L'orge est trempée dans l'eau, égouttée et mise en culture, dans une chambre

## **Introduction**

de culture, dans des plateaux disposés à plusieurs niveaux. La culture est arrosée régulièrement (avec ou sans apport d'éléments nutritifs) et permet au bout d'une semaine d'avoir une production importante de verdure pouvant être distribuée aux animaux. Technique qui permet de résoudre pas mal de problèmes auxquels sont confrontés les agriculteurs locaux particulièrement pour les éleveurs qui pratiquent l'élevage hors sol.

Ce nouveau procédé, appelé fourrage vert hydroponique, pourra-t-il contribuer à résoudre le problème de déficit de la production fourragère en Algérie ? quel pourrait être l'intérêt d'enrichir en azote l'eau pour arroser les plantules ?

Ce mémoire est structuré en trois grands chapitres :

**Le chapitre I** : Représente une synthèse bibliographique qui se base sur la taxonomie botanique de l'orge et la description de la culture hydroponique.

**Le chapitre II** : englobe la description du matériel végétal, des conditions de culture et les Paramètres d'analyse étudiés pour exploiter ce travail.

**Le chapitre III** : fait l'objet de traitement et de présentation des résultats obtenus dans ce Travail ainsi que leur discussion.

Le mémoire est achevé, par une conclusion et des perspectives

---

# **REVUE BIBLIOGRAPHIQUE**

---

**L'orge (*Hordeum vulgare L.*), une plante modèle et ; une plante d'intérêt agronomique**

Est l'une des céréales les plus importantes du monde. Elle est l'une des premières cultures domestiquées et a été utilisée pendant des siècles pour l'alimentation humaine (**Badr et al., 2000**). Aujourd'hui, l'orge occupe le quatrième rang dans la production céréalière mondiale. Elle est utilisée pour l'alimentation animale, les malts de brassage et l'alimentation humaine (**Akar et al., 2004**). L'orge est aussi une culture qui s'adapte bien à des environnements différents, elle est cultivée à partir de 330 mètres(m) en dessous du niveau de la mer à proximité de la Mer Morte et à 4200 m sur les Andes Boliviennes (**FAO, 2009**) L'orge est également une plante modèle bien connue et utilisé pour développer des méthodologies de sélection végétale, génétique, cytogénétique (**Heneen, 2010**).

**1.Historique**

L'orge est probablement la plus ancienne espèce cultivée par l'homme, dont la culture remonte, aux périodes 5000 à 7000 ans avant J.C. (**Poehlman, 1985**). L'origine géographique de l'orge est le croissant fertile, espace couvrant la Palestine, la Jordanie, le sud de l'Anatolie et l'ouest de l'Iran (**Bothmer et Jacobsen, 1985**).

L'extension de cette espèce sur plusieurs centres secondaires de diversification a contribué à sa large adaptation à la variation des milieux de production. Ainsi on la trouve dans le cercle arctique, en Finlande, en Inde tropicale à des altitudes de 5000 m et aussi dans les Andes équatoriales à plus de 3000 m (**Bothmer et Jacobsen, 1985**).

L'orge est la quatrième culture céréalière dans le monde, après le blé, le maïs et le riz (**FAOSTAT, 2008**). C'est une espèce adaptée aux systèmes de culture pratiqués en zones arides et semi- arides. Cette adaptation est liée à un court cycle de développement et à une vigueur de croissance appréciable en début de cycle.

En Algérie, le grain d'orge sert essentiellement à l'alimentation animale et en second lieu seulement en tant que nourriture humaine. La paille

d'orge est très appréciée par les éleveurs et constitue la principale source d'alimentation du cheptel, particulièrement sur les Hauts plateaux où l'association céréales – élevage ovin prédomine (**Oudina et Bouzerzour, 1989**). Dans d'autres régions du monde, le grain d'orge entre dans le processus de production du malt (**Poehlman, 1985**).

## **2. Aspect botanique de l'orge (*Hordeum*)**

L'orge est une plante annuelle de la classe des monocotylédones, qui appartient à la famille des graminées et au genre *Hordeum* qui comprend 31 espèces, mais seule *vulgare* est couramment cultivée, est une espèce diploïde ( $2n=14$ ).

L'orge est classée selon les types printemps ou hiver (sensible au gel ou au contraire résistant au froid environ jusqu'à  $-15^{\circ}\text{C}$ ), sa classification est basée sur la fertilité des épillets latéraux, la densité de l'épi et la présence ou l'absence des barbes (**Rasmusson.,1992**). On y distingue deux types selon la forme de leur épi :

- L'orge à 2 rangs ou l'orge distique : a un épi aplati Composé de 2 rangées d'épillets fertiles, un sur chaque axe du rachis, entouré de 4 épillets stériles. Dans ce type existent surtout des variétés de printemps.
- L'orge à 6 rangs ou orge hexastique : encore appelé exourgeon, à une section rectangulaire, sur chaque axe du rachis les 3 épillets sont fertiles. Dans ce type n'existent pratiquement que des variétés d'hivers (**Soltner.,2005**).



**FIGURE 1 : L'ORGE A 6 RANGS ET L'ORGE A 2 RANGS**

## 2.1. Taxonomie de l'orge

Depuis plus d'un siècle, la variabilité du genre *Hordeum* constitue un problème pour certains botanistes. Il existe plus de quarante taxons (Bothmer et Jacobsen, 1985 ; Bothmer, 1992 ; Kochieva et al., 2001). La délimitation taxonomique du genre n'est toujours pas résolue de façon satisfaisante. En se basant sur la morphologie, le genre *Hordeum* L. est subdivisé en quatre sections : *Hordeum*, *Anisolepis*, *Critesion* et *Stenostachys*. La section *Hordeum* est composée d'espèces vivaces et annuelles et ayant une distribution Eurasiennne allant de la Méditerranée l'Ouest et l'Asie centrale. Cette section inclus essentiellement trois espèces à savoir : *Hordeum vulgare* L., *Hordeum bulbosum* L. et *Hordeum murinum* L. (Bothmer et Jacobsen, 1985 ; Zoharet Hopf, 1988 ; Bothmer, 1992).

D'après Chadeaud et Emberger (1960), Prats (1960) et Feillet (2000), l'orge cultivée appartient à la classification suivante :

Règne	Plantae (Règne végétale)
Embranchement	Magnoliophyta (Angiosperme)
Classe	Lilioposida (Monocotylédones)
Sous-classe	Commelinidae
Ordre	Poales (Cyperales)
Famille	Poaceae (Graminées)
Genre	<i>Hordeum</i>
Espèce	<i>Hordeum vulgare</i> L

## 3.Utilisation des grains

### Orge fourragère

La majorité de l'orge est cultivé pour l'alimentation animale ou humaine. Le grain destiné au bétail ou à l'alimentation humaine a tendance à avoir une teneur en protéines plus élevée. Ces types d'orges peuvent également être décortiquées ou nues. Certains nouveaux cultivars à grains nus offrent désormais une alimentation plus digeste et plus riche en protéines, un véritable atout pour les secteurs du porc et de la volaille

Les grains d'orge destinés à l'alimentation sont soit aplatis, moulus, transformés en flocons ou encore en granulés. Le produit dérivé du processus de maltage peut également être utilisé dans le secteur de l'alimentation (on parle souvent de drèches de

brasserie). Enfin l'orge peut aussi être utilisée en pâturage ou coupée et donnée en alimentation comme une culture fourragère.

Lorsqu'elle est utilisée pour l'alimentation humaine, elle est produite sous forme d'orge perlée ou de farine. Avant les années 1500, la farine d'orge était l'ingrédient principal du pain.

#### **4. Les principales caractéristiques de l'orge**

##### **4.1. Morphologie et structure du grain**

La forme du grain varie non seulement en fonction des espèces, mais aussi au sein d'une même espèce. Elle peut également varier en fonction de la variété considérée. Le grain d'orge est le fruit appelé caryopse. Il est caractérisé par la présence d'un sillon. Lors de la dessiccation, le grain d'orge se sépare de la tige en restant inséré entre ses enveloppes (glumes et glumelles) on parle de grain vêtu.

##### **4.2. Conditions de la germination**

Dans les conditions naturelles, le grain ne doit pas germer rapidement. En effet, le processus de la germination se déclenche à des moments bien précis favorables à la croissance et au développement de ce grain.

De nombreux paramètres internes et externes sont indispensables pour la bonne germination du grain. La présence de l'eau, de la température et de la lumière redémarre les activités cellulaires et provoque de profondes transformations du grain. L'embryon commence à se développer en une racine, une tige et des feuilles et entame sa croissance pour donner l'adulte capable de se reproduire (**Laberche, 2010**).

##### **4.3. Conditions de germination externes ou liées au milieu**

Pour germer, tous grains et graines ont besoin en plus d'eau, d'oxygène, de chaleur et éventuellement de lumière. L'oxygène doit être à la pression ordinaire de l'atmosphère ; les grains ne germent ni dans le vide ni sous une pression très élevée. Cet oxygène avec les glucides et les lipides que renferme le grain lors des processus de respiration. Sous l'influence de l'humidité, le grain gonfle, les enveloppes éclatent et se ramollissent.

La température nécessaire à la germination est variable suivant le grain. L'orge (**Hordeum vulgare L. Poaceae**) germe entre 5 et 37,7°C, sa température optimale est de 28,7°C. Le maïs

(*Zea mays* L. **Poaceae**) germe entre 9,5 et 46,2°C, sa température optimale est de 33,7°C. Il existe des grains, notamment ceux des plantes dites pyrophytes, qui vivent dans des milieux sujets aux fréquents incendies, survivent très bien au passage du feu. Chez certaines espèces mêmes, le feu ou une chaleur intense est nécessaire à la germination. La chaleur, en effet dégrade les composés phénoliques et les résines présents dans les téguments de la graine et qui inhibent la germination en temps normal. Ces substances étant dégradées, l'enveloppe de la graine devient alors perméable à l'air et à l'eau. La dormance est levée et le grain peut alors commencer à germer. En revanche, une graine qui a commencé son processus de germination est beaucoup plus vulnérable à la chaleur qu'une graine en dormance. Exposer une graine germée à une température de cet ordre a un effet létal.

La lumière est aussi un facteur externe de la germination. Cependant, dans le passé, la lumière n'était pas considérée comme facteur nécessaire à la germination. Mais, chez certaines espèces, une nette action positive de la lumière agit sur la germination. Il est aussi bien connu que certains grains ne doivent pas être recouverts. Ils germent en surface, exposés à l'alternance jour et nuit. Inversement chez d'autres espèces, la germination est meilleure en obscurité totale. La lumière joue un rôle prépondérant dans la germination des grains qui possèdent, au même titre que les feuilles, des récepteurs photosensibles (phytochromes) (**Laberche, 2010**).

#### **4.4. Conditions de germination internes**

La maturité est la première de ces conditions. Les grains mûrs conservent d'autant plus longtemps leur faculté germinative qu'ils sont plus riches en amidon. S'ils sont chargés de matières grasses et d'essence, ils rancissent et se détériorent à la longue. Mais d'autres facteurs internes peuvent intervenir. On cite particulièrement :

#### **4.5. Le contrôle de la germination par les régulateurs de croissance :**

L'acide abscissique est la principale substance responsable de la non-levée des semis. Elle s'accumule dans le grain lors de sa maturation et l'empêche de germer. Son taux décroît ensuite lentement lors du stockage de la graine et tant qu'elle est présente en quantité suffisante, cette substance joue parfaitement son rôle de retardant de la germination. Son action est contrecarrée par une autre classe de régulateurs de croissance, les gibbérellines. se combine Chez certaines espèces végétales, elles sont sans effet et ce

sont d'autres régulateurs, telles que les auxines ou les cytokinines, qui contrebalancent l'effet inhibiteurs de l'acide abscissique (Laberche, 2010).

#### **4.6. L'inhibition mécanique :**

Le tégument du grain constitue une barrière mécanique qui empêche l'embryon de se développer. Pour qu'il se délite, plusieurs solutions sont possibles, généralement, la durée passée dans des conditions un peu humides (pour qu'il ait lieu une digestion lente par les enzymes sécrétées par le grain lui-même). Mais d'autres moyens plus brutaux peuvent être nécessaires comme par exemple le gel ou le feu, à moins que ce ne soit le transit des graines dans le système digestif des oiseaux, comme, par exemple, pour le gui (*Viscum album L. Loranthaceae*) (Laberche, 2010).

#### **4.7. L'inhibition tégumentaire**

Des dérivés phénoliques aux propriétés antimicrobiennes stockés dans les téguments des grains jouent également le rôle d'inhibiteur des processus germinatifs (Laberche, 2010); c'est l'inhibition tégumentaire. Ces dérivés peuvent soit avoir une action spécifique en bloquant la mobilisation des réserves, soit empêcher l'eau de mouiller le grain du fait de leur caractère hydrophobe. Généralement, ils s'oxydent lentement avec le temps. Dans la nature, ces composés inhibiteurs sont évacués du grain par lessivage lors des précipitations. Ainsi, la germination d'un grain est contrôlée par de nombreux facteurs

### **5.Culture de l'orge en Algérie**

#### **A. Superficie et production**

En Algérie, 35% de la superficie céréalière est consacrée à la culture de l'orge qui est concentrée entre les isohyètes 250 et 450 mm (Menad et al., 2011). Confrontée à des contraintes d'ordre climatiques et techniques, la production algérienne d'orge est faible et surtout variable dans l'espace et le temps (Bouzerzour et Benmahammed, 1993).

Cette réduction de production est due à nombreux facteurs : l'abandon de la culture de l'orge par les agriculteurs au profit du blé, l'insuffisance et l'irrégularité de la pluviométrie, le faible potentiel des variétés cultivées et surtout les maladies parasitaires qui provoquent chaque année des pertes considérables du rendement.

Le suivi de l'évolution de la production met en évidence l'importance des fluctuations inter annuelles. Le rendement se caractérise par une grande variabilité allant

de 7.5 qx /ha en1998 à 15.6 qx /ha et15.2 qx /ha en2003 et en 2006 respectivement (tableau 1).

Cependant, ces dernières années, la production nationale de l'orge a progressivement augmentée car plusieurs programmes et projets ont été mis en place pour l'amélioration de la production de l'orge, et le développement des variétés résistantes aux maladies. Depuis 2009, l'Algérie est devenue auto-suffisante en production d'orge. L'Office National Interprofessionnel des Céréales (**OAIC**) a été autorisé par le Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural à exporter une partie de la production record d'orge de 2009. C'est la première fois, depuis 1970, que l'Algérie se positionne sur le marché international pour écouler sa production (**Anonyme, 2010**). En revanche, la récolte céréalière de 2010 a été affectée par une baisse importante de la production d'orge à cause d'une reconversion de certaines zones de cette céréale au profit du blé et du déficit pluviométrique dans plusieurs régions à forte production. (Tableau1)

**TABLEAU 1:** EVOLUTION DE LA SUPERFICIE ET DE LA PRODUCTION DE L'ORGE EN ALGERIE  
(STATISTIQUES AGRICOLES, SERIE B, 1998-2006).

Année	Superficie	Production	Rendement
1998	939210	7000000	7.5
1999	468960	5100000	10.9
2000	215630	1632870	7.6
2001	515690	5746540	11.1
2002	894900	4161120	10.4
2003	833510	12219760	15.6
2004	102900	12116000	13.2
2005	1023414	10328190	15.1
2006	1117715	12358800	15.2

### **B. Principales variétés d'orge cultivées en Algérie**

Selon Boufenar et Zaghouan (2006), les variétés Saïda, Rihane 183 et Tichedrette sont largement distribuées en Algérie. Le recours aux autres variétés est lié à leur zone de prédilection. Certaines variétés existent mais sont peu demandées comme celles de Jaidor (Dahbia), Barberousse (Hamra), Ascad 176, (Nailia), El-Fouara. Le choix de la variété à utiliser dépend de ses caractéristiques agronomiques et de la zone de culture. Les principales variétés cultivées en Algérie sont regroupées dans le tableau 2.

**TABLEAU 2: VARIETES D'ORGE CULTIVEES EN ALGERIE (BOUFENAR ET ZAGHOANE, 2006).**

Variétés	Caractéristiques
Jaidor (dahbia)	A paille courte, fort tallage, bonne productivité, tolérante aux maladies et à la verse, sensible au gel.
Rihane 03	A paille courte, précoce, fort tallage, bonne productivité, à double Exploitation
Ascad68(Remada)	Précoce, à fort tallage et bonne productivité, tolérante aux rouilles et à la verse, adaptée aux zones des plaines intérieures.
Ascad 60 (Bahria)	A paille courte et creuse, précoce, fort tallage, bonne productivité, Sensible à la jaunisse nanisant et résistante à la verse.
Ascad176 (Nailia)	Variété précoce, résistante à la verse et tolérante à la sécheresse, Sensible aux maladies (rouille brune, oïdium helminthosporiose, rhynchosporiose).
Saida 183	Variété locale, semi-tardive, à paille moyenne et creuse, tallage Moyen, bonne productivité, sensible aux maladies.
Tichedrette	Variété locale, à paille moyenne, précoce, tallage moyen, bonne Productivité et rustique.
El-Fouara	A paille courte ou moyenne, fort tallage, bonne productivité, tolérante Au froid, à la sécheresse et à la verse, adaptée aux Hauts-plateaux.

## **6. La production mondiale de l'orge**

L'orge constitue la quatrième céréale cultivée au niveau mondial après le maïs, le blé et le riz (**FAO-STAT, 2006**). Les principaux pays producteurs sont les Etats-Unis, la Fédération de Russie, et le Canada (Tableau 1). Le rendement moyen en orge dans le monde est de 2045 t/ha (**Burny, 2011**).

Pour la campagne 2010-2011, la production mondiale d'orge est estimée à 124,3 millions de tonnes, L'Union européenne est de loin le principal producteur d'orge, avec près de 53 millions de tonnes ou 43% du total. Cette production est en recul par rapport aux campagnes précédentes ; cette diminution est due en partie à la réduction de la superficie emblavée (-10%), mais aussi à une baisse de rendement due aux aléas climatiques dans certaines régions, notamment en Russie et en Ukraine (**Burny, 2011**). Les

plus gros exportateurs d'orge sont l'Union européenne, l'Australie et le Canada. Les importateurs les plus importants sont l'Arabie saoudite, la Chine et le Japon (Akal et al., 2004). Les principaux pays producteurs de l'orge sont regroupés dans le (tableau3)

**TABLEAU 3:** PRODUCTION MONDIALE D'ORGE DE 2005 A 2010 (FAO, 2010)

Pays	2005-2006 (Mt)	2006-2007 (Mt)	2007-2008 (Mt)	2008-2009 (Mt)	2009- 2010 (Mt)
Australie	9.5	4.3	7.2	7.0	7.8
Canada	11.7	9.6	11.0	11.8	9.2
Etats-Unis	54.8	56.2	57.5	65.6	61.5
Russie	15.8	18.1	15.7	23.1	18.0
Turque	7.6	7.5	6.0	5.6	6.0
Ukraine	9.0	11.4	6.0	12.6	12.0
Autre	27.0	29.4	29.6	28.2	32.8
Production	136.2	136.5	133.0	153.9	147.3

### **La culture hydroponique**

#### **Tour d'horizon de la production hors-sol de fourrage :**

Cette technique, via la mise en germination de céréales en conditions de culture hors-sol, permet la production de biomasse végétale en 7 à 15 jours. Le tapis végétal produit est composé de jeunes plantules et de leurs racines. Cette herbe, jeune, très appétant et nutritive, est donnée telle quelle aux animaux, associée au fourrage classique et à une complémentation adaptée. Développée dans les années 1930, cette technique est restée très marginale, compte tenu des capacités de productions des systèmes fourragers classiques. Des problématiques actuelles de déficits fourragers liés à des contraintes climatiques et foncières, soulèvent des questions quant à son potentiel de développement dans certaines régions ciblées. Du fait du développement mineur de ce type de culture, les références scientifiques et techniques sont peu nombreuses. Cela rend flou le potentiel de mise en œuvre de cette production. Ce chapitre vise à présenter, de manière synthétique, cette technique de production, ainsi que les connaissances actuelles sur ses potentialités. (MIRALLES-BRUNEAU ; et al ,2015)

## **1.Historique**

La culture hydroponique est considérée actuellement comme une pratique moderne, mais la culture des plantes dans des conteneurs par-dessus du sol a été tentée à différentes époques à travers l'histoire.

Les peintures murales trouvées dans le temple de Deir el Bahari semblent être le premier cas documenté de plantes cultivées en conteneur (**Naville, 1913**).

Les arbres matures étaient transférés de leur pays d'origine vers le palais du roi et ensuite cultivés en culture hors-sol lorsque les sols locaux n'étaient pas adaptés pour la plante. Beaucoup d'anciennes civilisations ont utilisé la culture hors-sol pour leurs productions agricoles.

Dans les dessins hiéroglyphiques égyptiens remontant à plusieurs centaines d'années avant J-C montre la culture des plantes dans l'eau. Les jardins Aztèques flottants utilisés pour certaines cultures. Le jardin suspendu de Babylone est aussi un bon exemple de la culture hors-sol.

La publication la plus ancienne sur la culture hors-sol était le livre *Sylva Sylvarum* publié en 1627 par Francis Bacon ; et après cela, la culture de l'eau est devenue une technique de recherche populaire. En 1699, John Woodward a publié ses expériences de la culture de l'eau avec la menthe verte. En 1859-1860, les découvertes des botanistes allemands Julius von Sachs et Wilhelm Knop ont abouti à un développement de la technique de la culture hors-sol. Cette technique de culture est devenue rapidement un standard de la recherche et de l'enseignement qui est encore largement utilisé et considéré actuellement comme un type de la culture hydroponique. En 1929, William Frederick Gerick Berkeley a fait publiquement la promotion de cette culture comme solution utilisée pour la production agricole. Gerick a fait pousser des tomates à vingt-cinq pieds de haut dans des solutions nutritives minérales plutôt que le sol. Il a aussi inventé le terme de la culture hydroponique en 1937 pour la culture des plantes dans l'eau (du grec hydro, «eau», et ponos, «travail»). Un des premiers succès de la culture hydroponique a eu lieu à Wake Island où la culture hydroponique était utilisée pour cultiver des légumes pour les passagers. Dans les années 1960, Allen Cooper en Angleterre a développé la technique du film des éléments nutritifs. Le terrain du Pavillon à Epcot Center de Walt Disney World a ouvert en 1982 et figure en bonne place parmi les différents types des techniques hydroponiques.

Durant les années 1960 et 70, les fermes commerciales de la culture hydroponique ont été développées à Abu Dhabi, en Arizona, Belgique, Californie, Danemark, Allemagne, Hollande, Iran, Italie, Japon, la Fédération de Russie et d'autres pays. Au cours des années 1980, de nombreuses fermes hydroponiques automatisées et informatisées ont été établies dans le monde entier. Au cours des dernières décennies, la NASA a effectué des recherches approfondies en hydroponie pour leur système contrôlé de soutien à la vie écologique ou CELSS. (JorgeC.,2013)



**FIGURE 2 : JARDINE SUSPENDUS DE BABYLONE**

### **2.Qu'est-ce que c'est la culture hydroponique ?**

L'agriculture hors sol ou culture hydroponique, est la culture de plantes réalisée sur substrat neutre et inerte (ex : fibre de coco, billes d'argile, laine de roche etc). Le substrat est régulièrement irrigué d'un courant de solution qui apporte les sels minéraux et nutriments essentiels à la plante. La culture hydroponique est très présente en horticulture et dans la culture forcée de certains fruits et légumes. Elle permet d'accélérer le processus de maturation des fruits grâce à un rythme nyctéméral plus rapide et permet plusieurs récoltes par an.

### **3.Culture hydroponique VS culture de terre**

La culture en terre est la méthode la plus conventionnelle des deux. C'est à vrai dire celle que la nature utilise. Dans les faits, cela veut dire que l'éleveurs a moins de facteurs à contrôler car la terre fait la majorité du travail. Les nutriments qui sont présents naturellement aident à maintenir les niveaux de pH dans la plante. On peut aussi ajouter ces nutriments à la terre soi-même, celle-ci agissant alors comme un tampon à pH pour la plante. En fonction de ce qu'on fait pousser, le goût de la plante peut être un facteur.

En contraste, les systèmes hydroponiques n'utilisent pas du tout de terre, mais bien de l'eau comme le nom l'indique. Les racines de la plante sont suspendues dans une solution liquide contenant un mélange équilibré des nutriments nécessaires à sa bonne pousse. On a donc en contrôle accru des nutriments, que la plante n'a pas à chercher car ils viennent directement à elle une forme hautement soluble. On appelle cela la technique du filtre nutritif.

Il existe d'autres méthodes pour mettre en place un système hydroponique, où les plantes ne sont pas simplement suspendues dans l'eau sans milieu de croissance (du sable, du gravier, ou de la fibre de noix de coco par exemple). Le choix du milieu de croissance, si on utilise cette méthode, dépend de ce qu'on fait pousser. En lui-même il ne fournit aucun nutriment à la plante, car c'est l'égouttement hydroponique qui contrôle le pH et le niveau de nutriments de la plante.

### **3.1 inconvénients et avantage de la culture terre**

**TABLEAU 4 : LES INCONVENIENTS ET LES AVANTAGE DE LA CULTURE DE TERRE SELON (CANNAWEED, 2008).**

Inconvénients de la culture en terre	Avantages de la culture en terre
<ul style="list-style-type: none"><li>-Saleté accrue due à la manipulation de terre.</li><li>-Obligation d'arroser régulièrement.</li><li>-Présence accrue de « squatteurs » dans le substrat.</li><li>-Difficulté d'apprécier l'arrosage pour un débutant.</li><li>-Difficulté pour gérer les engrais pour un débutant.</li><li>-Difficulté d'éradiquer les maladies et autre champignon.</li><li>-Demande un minimum d'expérience pour élaborer un bon terreau.</li><li>-Rempotages à effectuer.</li><li>-Rendement inférieur à celui d'une culture hydroponique.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>-Goût un peu plus « roots » parfois.</li><li>-Coût de reviens d'une installation de départ moindre.</li><li>-Consommation d'engrais inférieure à celle de la culture hydroponique.</li><li>-Possibilité de pratiquer une culture bio.</li><li>Entretien simplifier du matériel.</li><li>-Récolte plus importante si c'est en extérieur.</li><li>-Pas de vérification du PH ni de l'EC à effectuer régulièrement.</li><li>-Limitation des problèmes de PH dû à l'effet tampon de la terre.</li></ul>

**3.2. Avantage et inconvénients de la culture hydroponique**

**TABLEAU 5 : LES INCONVENIENTS ET LES AVANTAGE DE LA CULTURE HYDROPONIQUE SELON (CANNAWEED, 2008)**

Avantages de la culture hydroponique.	Inconvénients de la culture hydroponique
<ul style="list-style-type: none"><li>-Possibilité de s'absenter quelques jours grâce à l'automatisation relative d'un Rendements souvent supérieurs à celui d'une culture en terre (suivant l'expérience bien sûr)</li><li>-Traitement simplifié des carences, maladie ou champignons par rapport à la terre.</li><li>-Propreté optimale.</li><li>-Substrat réutilisable à l'infini (billes d'argile).</li><li>-Pas de souci de sûr/sous arrosage.</li><li>-Un seul système est nécessaire pour tout le cycle.</li><li>-Moins d'attaques nuisibles du sol.</li><li>-Meilleure maîtrise de la précocité.</li><li>-Intense agriculture à forte production à la récolte. Meilleurs rendements surtout pour la culture de la tomate et autres cultures maraîchères.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>-Coût élevé au commencement de la culture dû à l'achat du matériel.</li><li>-Obligation de surveiller régulièrement le PH et l'EC.</li><li>-Consommation accrue d'engrais.</li><li>-Obligation d'accroître la sécurité à cause de la proximité de l'eau et des câbles.</li><li>-Nécessite l'utilisation des bacs de qualité suffisante pour éviter les fuites pendant l'absence du cultivateur.</li></ul>

• La culture hydroponique permet également une automatisation de la culture température, éclairage, contrôle du pH et de la concentration en éléments nutritifs du liquide, ventilation. En raison de son potentiel de productivité, elle permet d'obtenir d'excellents résultats tout en faisant des économies d'eau.

• Cette technique permet de faire pousser des végétaux tout en leur permettant d'exprimer tout leur potentiel génétique.

## **5. Production hors sol de fourrage**

### **La germination, la base de toute production**

Le processus de germination, dans la conception courante, est le passage de la graine en repos à la jeune plantule. Du point de vue de la physiologie végétale, la germination stricto sensu débute avec la réhydratation de la graine et cesse dès que la radicule (1<sup>er</sup> racine) a percé l'enveloppe de la graine. Les étapes ultérieures d'émergence des feuilles, sont des étapes de croissance.

La germination se fait sous l'influence de trois facteurs essentiels : l'eau, la chaleur et l'oxygène. La première étape de la germination est l'absorption d'eau et la réhydratation des tissus de la graine par le processus d'imbibition (**Hopkins, 2003**). L'eau, pénétrant par capillarité et endosmose dans la graine, dissout les substances solubles qu'elle contient et qui nourrissent l'embryon de la future plante. La germination génère une transformation physicochimique s'accompagnant de phénomènes physiologiques très complexes, en particulier la synthèse d'enzymes, qui activent les réactions métaboliques et confèrent aux graines germées ses propriétés nutritionnelles. Les enzymes transforment l'amidon en sucres simples, assimilables, permettent la synthèse de nombreuses vitamines (A, B, C), transforment les protéines en acides aminés, permettent la synthèse d'acides aminés non présents dans la graine à l'état sec, transforment les graisses et acides gras, libèrent des minéraux en substances assimilables accessibles aux sucs digestifs.

La graine augmente de volume, se ramollit. La rupture des enveloppes se produit et la radicule émerge. Tant que la radicule ne s'est pas allongée, la semence peut être déshydratée sans dommage. Mais si la croissance a commencé, la déshydratation entraîne sa mort ; le début de la croissance de la radicule marque donc le passage d'un état réversible à un état irréversible. L'émergence de la radicule est suivie de l'allongement de l'axe caulinaire et le développement des premières feuilles.

Ce processus est plus ou moins long, selon l'espèce. Chez l'orge, une fois la graine réhydratée, les racines apparaissent en 24 heures. Au bout de 2-3 jours, les premières feuilles émergent. Au 4<sup>e</sup> jour, le développement racinaire permet l'assimilation minérale. Au 5<sup>e</sup> jour, la photosynthèse est activée. (**Maëva Miralles\_Brunean ; et al ;2015**)

**TABLEAU6** TEMPS DE GERMINATION. SELON L'ESPECE (D'APRES BUARD, 2011; DOUGOUD CHAVANNES, 2009)

Espèces	Germination (trempage inclus)
Avoine	36 à 48 h
Blé	36 à 48 h
Epeautre	36 à 48 h
Maïs	4 à 6 jours
Millet	4 à 6 jours
Orge	36 à 48 h
Riz	5 à 7 jours
Sarrasin	36 à 48 h
Seigle	36 à 48 h
Luzerne	4 jours
Lentilles	1 à 3 jours
Pois	2 à 3 jours
Soja	1 à 3 jours
Trèfle	48 h
Tournesol	3 jours
Lin	1 à 3 jours

### **7.Traçabilité du fourrage vert (composition chimique) :**

#### **Valeur nutritive**

1 kg d'orge donne 5,84 kg d'orge germée à 6 jours. Évidemment, le grain ayant absorbé l'eau pour germer, la teneur en eau de l'orge germée est beaucoup plus importante (11,5 % de matière sèche) que celle de l'orge en grain (89 % de matière sèche).

De ce fait la germination se traduit par une perte de l'ordre de 20-25 % de la matière sèche, c'est-à-dire des éléments nutritifs ce qui est normal puisque la plantule a utilisé les réserves du grain pour ses propres synthèses.

Durant la germination, la composition chimique du produit évolue. L'amidon du grain est transformé en sucres solubles employés par la plantule pour sa respiration et pour la synthèse de ses tissus. La teneur en cellulose augmente donc de façon très importante. Les teneurs en cendres et en matières azotées augmentent mais il ne s'agit pas d'une

## Revue bibliographique

augmentation de quantité mais simplement de l'effet relatif de la disparition des autres constituants. (Anne. C.et François (2013)

**TABLEAU 7 :** EVOLUTION DES TENEURS EN GLUCIDES SOLUBLES, EN AMIDON, EN AZOTE TOTAL ET SOLUBLE (EN% DE LA MATIERE SECHE) DES GRAINES D'ORGE PENDANT LA GERMINATION

	Extrait aqueux	Glucides solubles	Amidon	N Total	N soluble	NS/NT
Orge	12,5	4,4	59,8	2,14	0,41	19,2
Après égouttage	14,9	5,6	58,6	2,13	0,43	20,2
Germination 1 jour	10,9	8,3	49,1	2,18	0,53	24,3
Germination 2 jours	30,5	12,9	48,2	2,22	0,67	30,2
Germination 3jours	38,8	15,6	39,8	2,29	0,88	38,4
<b><u>Germination 4 jours</u></b>	<b><u>46,0</u></b>	<b><u>16,5</u></b>	<b><u>33,7</u></b>	<b><u>2,43</u></b>	<b><u>0,92</u></b>	<b><u>37,9</u></b>

Source : Dermaquilly (1987)

---

# **MATERIELS ET METHODES**

## Matériel et Méthode

### 1. Le matériel végétal

Le matériel végétal utilisé dans le présent travail est constitué de la variétés Saïda 183 de l'espèce (*Hordeum vulgare*), ce dernier a été donné gracieusement par le laboratoire de Génétique, Biochimie et Biotechnologie Végétale (GBBV) au niveau de l'université des frères Mentouri Constantine1.

**TABLEAU 8:** LES CARACTERISTIQUES AGRONOMIQUES MORPHOLOGIQUE CULTURALE ET QUALITATIVES DE LA VARIETE EXPERIMENTEE (GUIDE DES PRINCIPALES VARIETES DE CEREALE A PAILLE EN ALGERIE 2006)

Saïda 183	Caractéristiques
Origine	Algérie (locale)
<u>Caractéristique morphologique :</u> <ul style="list-style-type: none"><li>• Caractéristique de l'épi :</li><li>• Couleur de l'épi :</li></ul> Hauteur de la plante a la maturité :	Caractéristique morphologique : Très lâche Blanc 90cm
<u>Caractéristique culturale :</u> <ul style="list-style-type: none"><li>• Alternative :</li><li>• Cycle végétatif :</li><li>• Tallage :</li><li>• Caractéristique culturale : Au froid A la verse : A la sécheresse :</li><li>• Résistance aux maladies : Rouille brune Helminthosporiose Rhynchosporiose Oïdium sur feuilles Oïdium sur feuilles</li></ul>	Caractéristique culturale : Automne Semi-précoce Moyen Caractéristique culturale : Résistante Sensible Résistante Résistance aux maladies : Résistante Sensible Résistante Moyennement sensible Résistante
<u>Caractéristique qualitative :</u> <ul style="list-style-type: none"><li>• Poids de mille grains (PMG)</li><li>• Taux de protéines</li><li>• Engrenage :</li></ul>	Elevé 14.4% Résistante
<u>Pedigree</u>	Sélection dans la population locale

## **2.Méthode et méthodologie du travail**

### **2.1. Mise en place de l'expérimentation**

L'expérience a été conduite au Laboratoire (GBBV) équipe de Biotechnologie et Amélioration des Plantes à Chaabat EL Rasses de l'Université des Frères Mentouri Constantine1, au cours de la période 2017-2018

### **2.3. Conduite de l'essai et période de mesure**

L'expérimentation est conduite sous serre automatique (micro climat), notre étude portera sur 3 phases : en premier lieu, détermination du poids des graines de l'orge sec ; ensuite après trempage dans différentes périodes (pendant 24h ; 48h ; jusqu'à 72h) à température ambiante ; on a effectué une autre pesée des graines et ; en fin on a fait une mise de culture dans des bacs (dimension 55cm 44cm) (figure3) bien lavée et désinfectée avec l'eau de javel.

Ensuite dans la deuxième phase on a suivi l'évolution des graines d'orge utiliser (SAIDA 183) au cours de la germination ; et le levées des feuilles dans un milieu hydroponique tout en respectant une période de 10 jour (pour chaque période) ; en utilisant deux solutions nutritives : une solution à partir d'une poudre qui contient Azote 20% de concentration ; et de potassium 20% et phosphore 20% (NPK 20%) ; et une autre solution liquide qui contient des oligoéléments et macroéléments ses composées sont présentées dans le tableau( 9).

**TABLEAU 9:** COMPOSITION DE LA SOLUTION MICROELEMENT ET MACROELEMENT

Macroélément	Microélément
Nitrogène (N) 3%	Chlorine (Cl)
Phosphore (P) 2%	Fer (F)
Potassium (K) 4%	Boron (Br)
Calcium (Ca)	Manganèse (Mn)
Magnésium (Mg)	Zinc (Zn)
Sulfure (S)	

L'utilisation de ces solutions nutritives a été faite ; après la durée de germination des graines A partir de la date de semis.

En fin dans la dernière phase après une période de 10 jour (pour chaque période) ; on a effectué une dernière pesée de l'orge vert hydroponique.



**FIGURE 3 : LES BACS UTILISE DANS LA CULTURE HYDROPONIQUE.**

#### **4. Techniques et paramètres mesurés (étudiés)**

##### **4.1. Germination des graines et mise en culture hydroponique**

La variété de l'orge utilisée est celle de l'orge locale de consommation, La technique de la transformation des graines en fourrage vert se résume dans les étapes suivantes :

La pesée des graines d'orge a été effectuée après couvrir totalement des bacs par les graines de l'orge tout en essayant de ne pas laisser de l'espace entre elles.



**FIGURE 4 : LA PESEE DES GRAINES D'ORGE A L'ETAT SEC**

Ensuite lavage des grains d'orge 3 fois dans l'eau de robinet par la suite les désinfecté avec de l'eau de javel à 70% pendant 30min ; Après on procède à 3 séries de rinçage avec l'eau ; une fois le rinçage est terminé le contenu de bacs a été reparti en 3 lots ; servira au trempage dans l'eau pendant 24h ; et la deuxième pendant 48h ; et la troisième jusqu'à 72h.

Après que la durée de l'imbibition est achevée ; chaque lot a été pesé pour avoir son poids frais ; l'arrosage chaque lot a été organiser comme suite : un témoin arroser avec l'eau de robinet ; un deuxième traitement arroser avec la solution 1 NPK 20% et le dernier a été arroser avec la solution 2 oligoélément et on les a couverts par des papiers filtres.



**FIGURE 5:** L'INSTALLATION DE LA CULTURE DE L'ORGE TREMPES DANS L'EAU PENDANTS 24H

### **4.2. Préparation de la solution nutritive**

Ce présent travail s'est basé essentiellement sur une culture de plantes hors sol, cette culture dite hydroponique consiste à émerger la partie racinaire de la plante dans un milieu chimique, ce mode de culture, a été choisi car il permet : un meilleur contrôle et une meilleure homogénéisation de l'apport minéral, L'obtention de racines saines, indemne de toute perturbation pouvant interférer avec la réponse propre des plantes (**Dubos., 2001**), et permet aussi d'éviter les contraintes du sol, ce qui permet une croissance rapide et un bon développement des plantes dans des conditions totalement contrôlées.

En culture hydroponique, on doit tout d'abord germer les plantes jusqu'à obtention des racines pour pouvoir apporter les éléments minéraux qui se trouvent au niveau de la solution nutritive.

On va mettre 2g/litre pour 10litre d'eau et on mettra la solution sur un agitateur jusqu'à l'obtention d'une solution homogène bleu on pour arroser les deuxièmes bacs utiliser pour les trois cultures

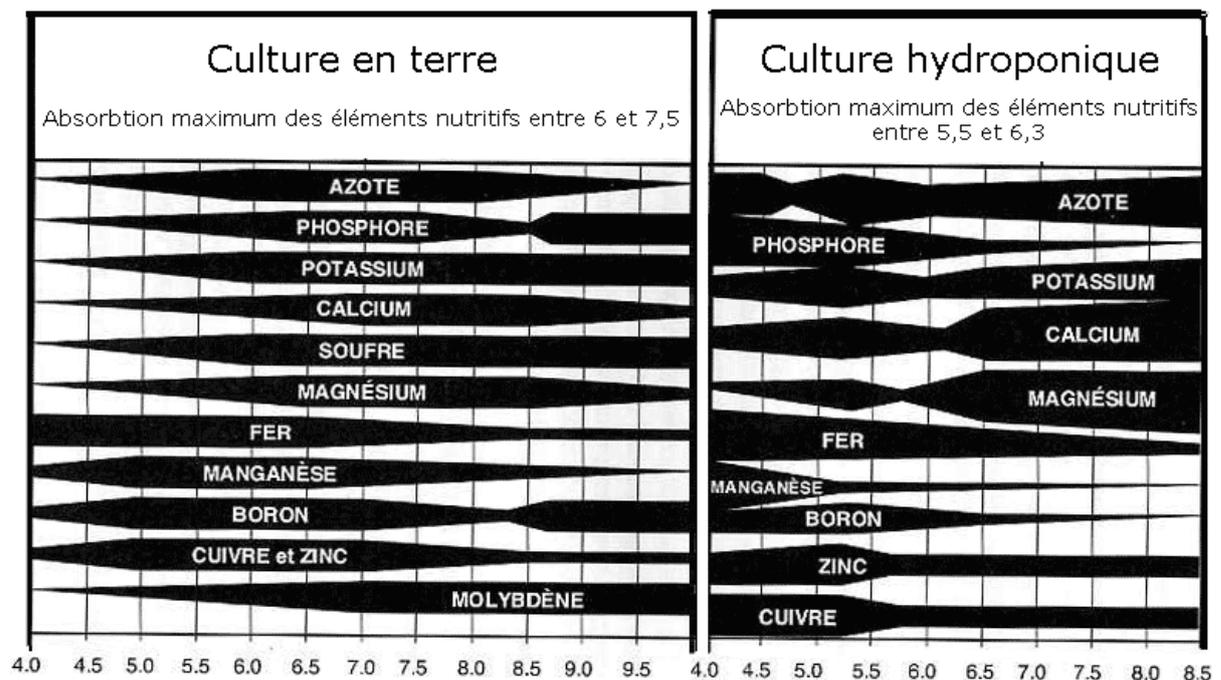
Pour 10Litre (L) on a mis 35L pour chaque oligoélément tout a d'abord on mit les macromolécules dans l'eau ; ensuite on a la mélanger avec l'eau après a on ajouter les microéléments jusqu'à obtenir une solution homogènes.

Pour la bonne gestion de la solution nutritive on a procédé a préparé des grandes quantités pour avoir en disposition des solutions d'arrosage toute la période.

### 4.3. Gestion de la solution nutritive

Bien que la nutrition optimale soit facile à réaliser dans la culture hors-sol, la gestion incorrecte de la solution nutritive peut endommager les plantes et conduire à un échec complet. Manipuler avec précaution le niveau de pH de la solution nutritive, la température et le remplacement de la solution à chaque fois que c'est nécessaire conduira à la réussite d'un jardin de culture hors-sol. Le pH de l'eau est un élément déterminant pour une bonne dissolution des éléments nutritifs et surtout pour une absorption efficace de ces éléments nutritifs par les racines des plantes. (William.T.2013)

Par exemple, tous les sels minéraux (ex : Phosphore) et les oligo-éléments (ex : Manganèse) ne sont plus absorbés si le pH devient supérieur à 7. Ce qui peut être à l'origine d'une baisse significative de la productivité et de la mauvaise santé des plantes. (William.T.2013)



**FIGURE 6 :** COMPARAISON ENTRE L'ABSORPTION MAXIMUM DES ELEMENTS NUTRITIFS ENTRE LA CULTURE EN TERRE ET LA CULTURE HYDROPONIQUE

Comme mentionné ci-dessus, le PH joue un rôle prépondérant sur l'absorption des nutriments par la plante car il permet d'harmoniser les échanges électriques entre les racines et l'environnement dans lequel elles se développent



**FIGURE 7 : AJUSTEMENT DU PH DE LA SOLUTION NUTRITIVES NPK 20%**

#### **4.4. L'Analyse de teneur en chlorophylle**

Pour analyser et voir la teneur en chlorophylle qui est un indicateur du bon fonctionnement des plantes on a utilisé le SPAD-502plus ; puisqu'il permet de mesurer rapidement la teneur en chlorophylle des plantes sans endommager les feuilles.



**FIGURE 8 : SPAD-502 PLUS ANALYSEURS DE CHLOROPHYLLE**

**Principe :** Chlorophylle SPAD-502plus mesure instantanément la teneur en chlorophylle des feuilles des plantes ; en mesurant la feuille dans deux gammes de longueur d'onde sur une échelle de 0,0 à 99,9 de la quantité relative de transmittance de lumière pour déterminer la chlorophylle de la feuille actuelle

---

# **RESULTATS ET DISCUSSION**

---

## **Résultats et discussion**

### **1.Le poids sec des graines d'orge**

Les graines sont pesées avant de les laver ; le même poids de départ a été mis dans chaque lot pour voir quel est le meilleur traitement qui donnera de meilleur rendement ; les résultats obtenus sont présentés dans le tableau (10).

### **2.le poids des graines d'orge après trempage**

Toute graine possède des inhibiteurs d'enzymes qui lui permette de préserver sa force vitale jusqu'à ce qu'elle soit humidifiée ; ou elle se réveille et enclenche sa germination. Ces inhibiteurs empêchent une bonne digestion et perturbent l'absorption des nutriments.

L'acide phytique contenu dans les céréales : il s'associe avec le calcium et le fer pour former des phytates qui sont des sels insolubles éliminés par les selles. Cette élimination de calcium et de fer est source de déminéralisation. (anonyme 2 ; 2015)

Les inhibiteurs de protéase des légumineuses bloquent l'action de la trypsine, sur les protéines et empêchent la segmentation des protéines végétales contenues dans les végétaux.

Après trempage, ces substances nuisibles pour la santé sont désactivées et les enzymes libérées. Une fois germée, une graine subie des réactions biochimiques qui transforment son tissu végétal : les enzymes de croissance sont activées, les vitamines se démultiplient et apparaissent des sucres simples, acides aminés et acides gras On remarque que le poids des graines à augmenter après le trempage

**TABLEAU 10 : LE POIDS SECS ET FRAIS DES GRAINES.**

Poids secs des graines	700 grammes / 1bac
Le poids après trempage	1kg200gr

On observe que le poids initial à augmenter après le trempage dans l'eau ; et cela est dû à l'absorption de l'eau par les graines.

### **3.Evolution de la germination**

#### **Que sont les graines germées ?**

Les graines germées ce sont les pousses obtenues quelques jours seulement après avoir fait germer des graines (souvent hors sol) qui renferment des propriétés exceptionnelles. Les graines germées contiennent une réserve de nutriments en dormance capable de donner vie

à une plante entière ; constituée d'amidon, protides, lipides et vitamines : des nutriments très concentrés (moins de 20% d'eau) qui permettront à la plante de se développer.

Les résultats des trois imbibitions sont comme suit :

### **3.1. Les graines trempées pendant 24h**



**FIGURE 9** : GERMINATION DES GRAINES D'ORGE PENDANT TROIS JOURS DE LEURS SEMIS

Dès que la graine rencontre des conditions favorables à sa germination, l'eau la lumière température ambiante ; les inhibiteurs d'enzymes sont libérés.

Après trois jours de semi 50% des graines germées ont gonflées ; cela est due à l'assimilation de l'eau, ce qui provoque l'éclatement de la graine et la sortie de la radicule qui se couvre des poils absorbants pour absorber les éléments nécessaires au développement de la plante.

### **3.2. Les graines trempées pendant 48H**

Après 60h de germination on a obtenu un grand gonflement des graines qui est observable à l'œil nu, les radicules de plus de 60% des graines est sorties par rapport au graines trempées pendant 24h. (figure 10)



**FIGURE 10** : LES GRAINES GERMEES APRES 60H DE LEURS SEMIS

### **2.3. L'évolution de la germination des graines trempées pendant 72 h**

Après 3 jours de germination des graines, la sortie de la radicule commence à s'observer, la germination était moins rapide que les graines trempées pendant 24h et 48h.



**FIGURE 11** : LA GERMINATION DE L'ORGE TREMPEES APRES 84H DE SON SEMIS

Nos résultats concordent partiellement avec les résultats de Wafa GUIGA (2006) ; Les tests de germination effectués sur les différentes périodes de trempages montrent que plus la durée du test de germination est longue (de 24 à 72h), plus les écarts entre les échantillons se réduisent. Les indices de germination constituent quant à eux des valeurs moyennes de la vitesse de germination des grains sur 72heures.

En conséquence, un test sur 24 heures semble être le plus adéquat pour mieux déceler les différences entre les pouvoirs inhibiteurs. Ce qui est le contraire de nos résultats où le trempage de 48h était le plus adéquat.

### **5. la levée des premiers feuilles des graines germées après l'utilisation de traitement**

On a commencé à arroser les graines après germination avec les deux solutions nutritives NPK 20% et la solution macro et microélément et de l'eau comme témoin ; les résultats de l'évolution après imbibitions sont pris en photo, les trois résultats sont présentés en dessous

#### **5.1. Trempage de 24h**

On observe que la levée des feuilles arroser seulement avec de l'eau ont une pousse optimale de la tigelle

On a observé que chaque jour l'hypocotyle augmente de quelque cm, en faisant place à la tigelle des graines ; et que les graines arrosées par l'eau et le NPK 20% grandissent plus vite que les graines arrosées avec la solution nutritives micro et macroélément



**FIGURE 12 :** L'ÉVOLUTION DES GRAINES D'ORGE TREMPÉES PENDANT 24H ET ARROSER AVEC DE L'EAU ENTRE LE DÉBUT DE L'ÉVOLUTION ET LA GERMINATION.



**FIGURE 13 :** L'ÉVOLUTION DES GRAINES D'ORGE TREMPÉES PENDANT 24H ET ARROSER AVEC LA SOLUTION NUTRITIVE NPK 20% ENTRE ET LE DÉBUT DE L'ÉVOLUTION LA GERMINATION.



**Figure 14 :** l'évolution des graines d'orge trempées pendant 24h et arrosées avec la solution nutritive macro et microélément entre la germination et le début de l'évolution

**4.2. Trempage de 48**



**FIGURE 15:** L'ÉVOLUTION DES GRAINES D'ORGE TREMPÉES PENDANT 48H ET ARROSER AVEC DE L'EAU ENTRE LE DÉBUT DE L'ÉVOLUTION ET LA GERMINATION.



**FIGURE 16 :** L'ÉVOLUTION DES GRAINES D'ORGE TREMPÉES PENDANT 48H ET ARROSER AVEC LA SOLUTION NUTRITIVE MACRO ET MICROELEMENT ENTRE ET LE DÉBUT DE L'ÉVOLUTION LA GERMINATION.



**FIGURE17:** L'ÉVOLUTION DES GRAINES D'ORGE TREMPÉES PENDANT 48H ET ARROSER AVEC LA SOLUTION NUTRITIVES NPK 20% ENTRE LA GERMINATION ET LE DÉBUT DE L'ÉVOLUTION.

On observe que la levée des graines du trempage 48h n'était pas assez rapide et été plus homogène que le trempage de 24h mais et que les racines s'enfoncent de jour en jour dans le fond des bacs en fabriquant le début d'un tapis blanc.

**4.3. Trempage de 72h**



**FIGURE 18** : L'EVOLUTION DES GRAINES D'ORGE TREMPEES PENDANT 72H ET ARROSER AVEC DE L'EAU ENTRE LE DEBUT DE L'EVOLUTION ET LA GERMINATION.



**FIGURE 19** : L'EVOLUTION DES GRAINES D'ORGE TREMPEES PENDANT 72H ET ARROSER AVEC LA SOLUTION NUTRITIVE NPK 20% ENTRE LE DEBUT DE L'EVOLUTION ET LA GERMINATION.



**FIGURE 20** : L'ÉVOLUTION DES GRAINES D'ORGE TREMPÉES PENDANT 72H ET ARROSER AVEC LA SOLUTION NUTRITIVES MACRO ET MICROELEMENT ENTRE LA GERMINATION ET LE DEBUT DE L'ÉVOLUTION.

On a observé que les hypocotyles des graines arrosées avec du NPK 20% ont grandi plus vite que les graines arrosées avec de l'eau et la solution du micro et macroéléments. Et que la levée des plantules est moins rapide que les graines trempées pendant 24h et 48h.

On constate que les graines trempées pendant 24h et 48h pourront donner de meilleurs résultats que les graines germer pendant 72h

## **2. Suivi de l'évolution des graines après 5 jours et après 10 jours de l'utilisation du traitement**

### **2.1 les graines trempées pendant 24h**

**Après 5 jours de l'utilisation du traitement**

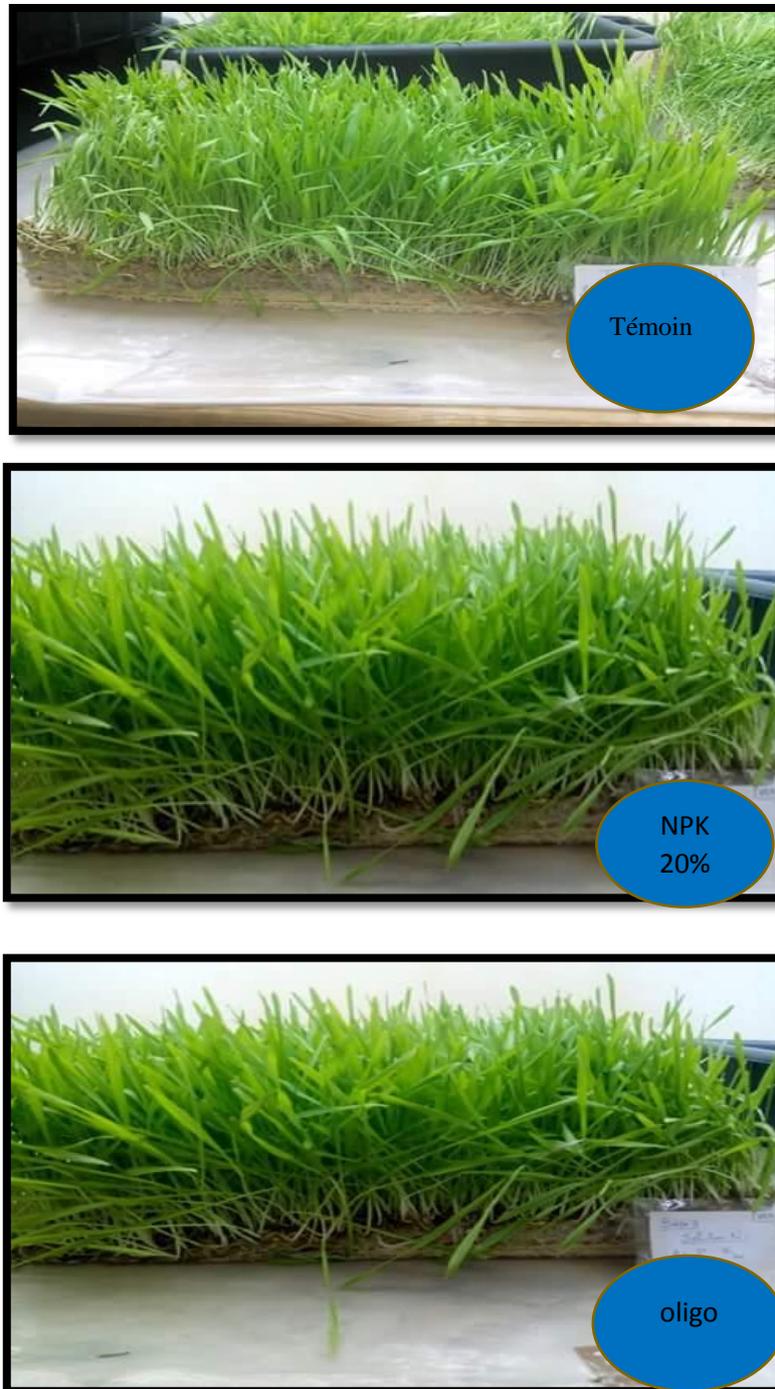


**FIGURE 21**: CROISSANCE DES FEUILLES DES GRAINES GERMER PENDANT 24H APRES 8 JOURS DE LA DATE DE SEMIS

## Résultats et discussion

On observe que les graines arrosées avec du NPK20% et de l'eau ont poussé presque de la même vitesse par rapport à la solution nutritive.

**Après 10 jours de l'utilisation de traitements**



**FIGURE 22 : LA CROISSANCE DES FEUILLES DES GRAINES GERMEES PENDANT 24 APRES 13 JOUR DE SEMIS**

## Résultats et discussion

On observe que la croissance des feuilles des graines arrosées avec de l'eau ont bien poussées et de longueur optimale par rapport aux graines arrosées avec les solutions nutritives.

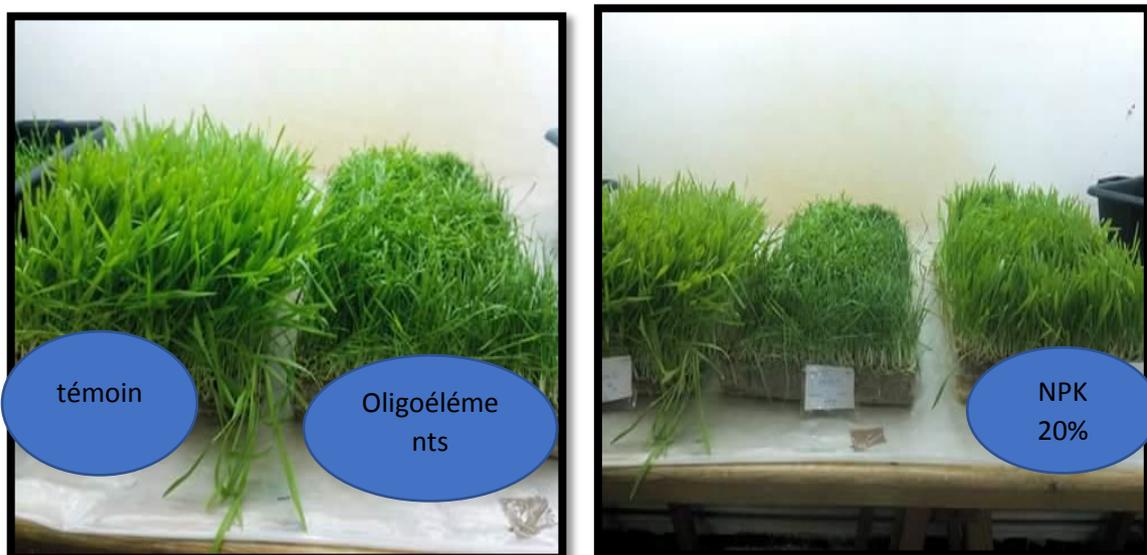
### 2.2 les graines trempées pendant 48h

Après 5 jours d'utilisation des solutions nutritives



**FIGURE 23:** LA CROISSANCE DES FEUILLES DES GRAINES D'ORGE TREMPÉES PENDANTS 48H A PARTIR DE 8 JOURS DE LA DATE DE SEMIS

Après 10 jours d'utilisations des solutions nutritives



**FIGURE 24:** LA CROISSANCE DES FEUILLES DES GRAINES D'ORGE TREMPÉES PENDANTS 48H A PARTIR DE 13 JOURS DE LA DATE DE SEMIS

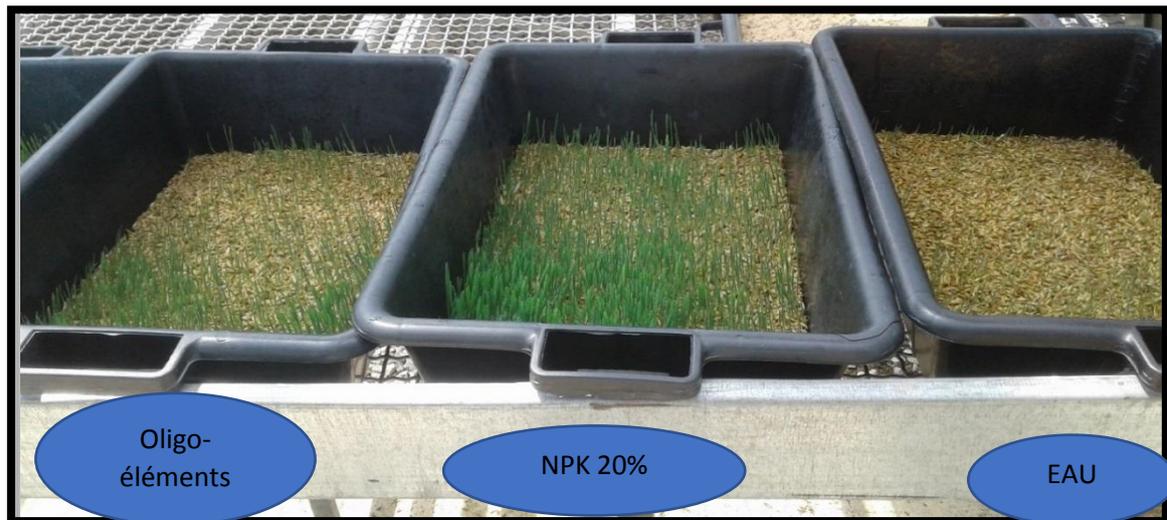
On observe que les graines arrosées avec la solution nutritive NPK% et l'eau ont bien poussées avec une longueur optimale

## Résultats et discussion

Dans le cas des graines arrosées avec la solution oligoéléments on remarque que les feuilles se courbe vers le bas, due à une carence en calcium ce que Belbachir (2016) a expliqué.

### 2.3. Les graines trempées pendant 72h

Après 5 jours d'utilisation des solutions nutritives



**FIGURE 25** : LA CROISSANCE DES FEUILLES DES GRAINES D'ORGE TREMPÉES PENDANTS 72H A PARTIR DE 8 JOURS DE LA DATE DE SEMIS

On remarque que seulement les graines arrosées avec la solution NPK 20% ont poussées

Après 10 jours d'utilisation des solutions nutritives et l'eau





**FIGURE 26** : LA CROISSANCE DES FEUILLES DES GRAINES D'ORGE TREMPÉES PENDANT 72H A PARTIR DE 13 JOURS DE LA DATE DE SEMIS

On observe que la croissance des graines arrosées par l'eau est presque nulle ; les graines trempées pendant 72h n'ont pas pu se développer comme les graines (trempées 24H ;48H) arrosées avec de l'eau.

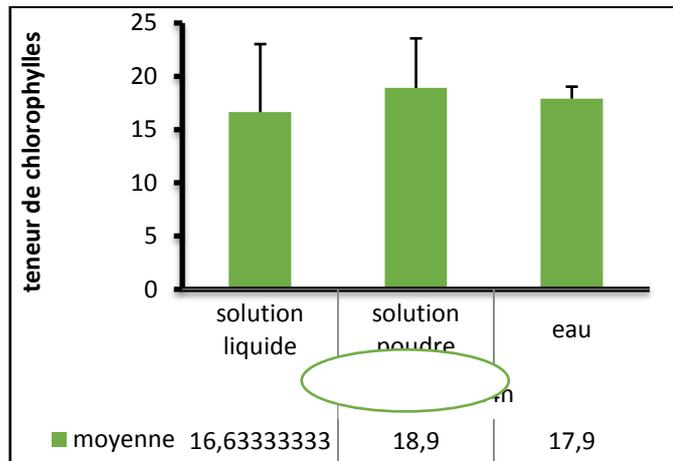
Après ces tests on peut confirmer que la meilleure germination et la meilleure croissance des feuilles c'est été les graines trempées pendant 48h et qu'avec une solution nutritive ou sans juste de l'eau on peut avoir de bons résultats de plante saine et de longueur qui varie entre 17 et 20 cm; nos résultats confirment les résultats trouvés par (**Abidi s., Benyoussef s. 2016**) qui ont fait une étude sur la composition chimique des aliments montre que l'orge hydroponique présente une faible teneur en MS par comparaison à celle des grains (11.5 % contre 88.6%).

Cependant, la germination de l'orge a augmenté les teneurs en MAT (14,4% MS) et en NDF (58.3%), sans modifier la teneur en MO. Selon la littérature (**Morgan et al., 1992; Sneath et McIntosh, 2003**), l'OH est un aliment particulièrement nutritif pour les ruminants. Cela corrobore nos résultats qui montrent que ce fourrage est riche en matières

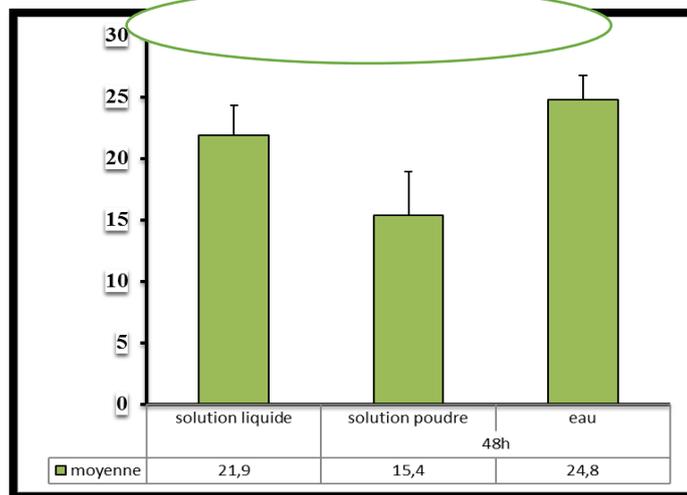
azotés totales. La germination de l'orge sans utilisation d'une solution nutritive prouve que l'accumulation de la teneur en MAT est uniquement induite par le processus de germination, contrairement à Morgan et al. (1992) qui lient cette augmentation de la teneur en protéines à l'absorption de l'azote contenu dans la solution nutritive appliquée avec l'eau d'irrigation.

### **3.le taux de chlorophylles**

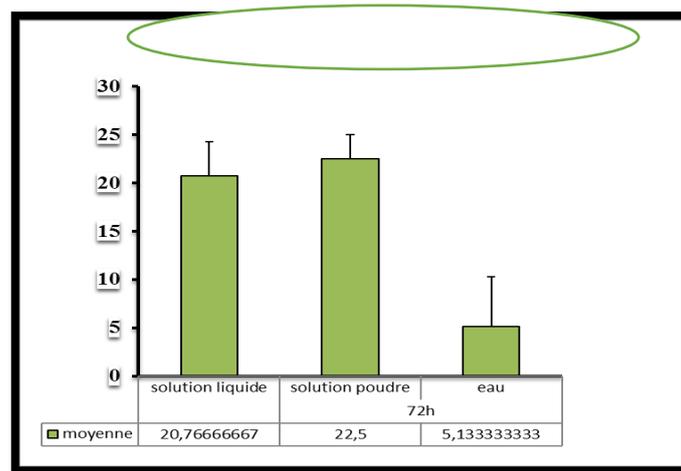
Les teneurs en chlorophylles pour les 3 périodes d'imbibition (24H ; 48H ; 72H) sont représentées respectivement dans les figures (27 ; 28 ; 29)



**FIGURE 27** : LA TENEUR DE CHLOROPHYLLE DANS LES FEUILLES DES GRAINES TREMPÉES PENDANTS 24H



**FIGURE 28** : LA TENEUR DE CHLOROPHYLLE DANS LES FEUILLES DES GRAINES TREMPÉES PENDANTS 48H



**FIGURE 29** :LA TENEUR DE CHLOROPHYLLE DANS LES FEUILLES DES GRAINES TREMPÉES PENDANTS 72H

Si on compare nos résultats de la teneur de chlorophylles de OH avec celle trouver par Nabila Souillah (2009) ; on constate que la variété de l'orge (Saïda 183) est de 33 en teneur chlorophyllienne pour l'orge en sol ; on a trouvé que l'OH du test 48h qui est arrosé seulement avec de l'eau est de teneur 25, donc notre culture hydroponique n'a pas besoin de solution nutritive pour activer les stomates des feuilles. On a trouvé aussi que dans les tests de 24h et de 72h que les graines arroser avec du NPK a 20% concentration ont donné une teneur en chlorophylle plus intense, C'est-à-dire :

L'azote est un élément de base des cellules. Le but de la nutrition azotée est de fournir l'azote nécessaire pour assurer la multiplication des cellules végétales et donc des tissus végétaux.

Il favorise également la multiplication des chloroplastes (ce sont les organites dans lesquels est contenu la chlorophylle). L'azote a indirectement une action sur la fabrication des glucides, par l'augmentation du nombre de chloroplastes dans les cellules.

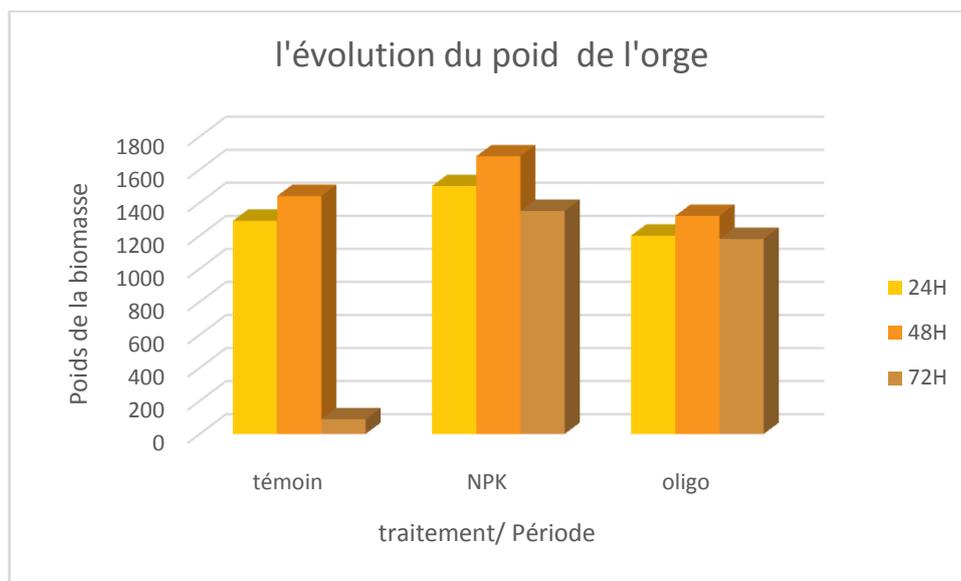
Enfin, l'azote se trouve dans les graines sous forme de réserves protéiniques. Ce sont ces nutriments que consomment les plantules lors de la germination. (Anonyme)

**4. la pèse du poids après 10 jours :**

**TABLEAU 11:** LE POIDS DE L'ORGE HYDROPONIQUE TRAITÉES AVEC DIFFÉRENTS TRAITEMENTS APRES 10 JOURS

Traitements Période	Témoin	NPK%	Oligo-éléments
24h	1.29kg	1.50kg	1.20kg
48h	1.44kg	1.68kg	1.32kg
72h	89g	1.35kg	1.18kg

On observe une augmentation du poids d'OH après 10 jours de germination et que le traitement du NPK20% a donné de meilleurs rendements sur le test de 48h et c'est ce que l'histogrammes nous montre :



**FIGURE 30 :** HISTOGRAMME DU POIDS DE LA BIOMASSE DE L'ORGE HYDROPONIQUE EN GRAMMES.

---

# **CONCLUSION GENERALE**

## **Conclusion générale**

En conclusion cette étude nous a permis de constater que la culture hydroponique en serre offre une production annuelle contrôlée et optimale, indemne des contraintes climatiques ; des attaques de pathogène ; et des maladies, favorisant ainsi l'amélioration des récoltes dans les régions Algériennes

Cette expérience de l'hydroponie prouve que le sol n'est pas nécessaire pour la croissance des plantes, avec une solution nutritive ou juste de l'eau, les graines de l'orge Saïda 183 ; peuvent germer facilement en donnant des jeunes feuilles de bonne qualité au bout de 8 à 10 jours, les résultats obtenus montrent que le trempage de 48h est meilleur que celui de 24h et 72h. et que la meilleure solution nutritive est celle qui contient une forte concentration de NPK 20%.

La culture hydroponique convient très bien à l'élevage bovin. Elle peut couvrir jusqu'à 70% de l'alimentation journalière et ce tout au long de l'année. Elle permet surtout d'augmenter la production laitière qui reste très faible en Algérie.

Cette culture offre plusieurs avantages : une solution innovante et économique en eau à 80%, en argent ; et en surface, elle permet également le contrôle de la technique et ses paramètres.

Pour pouvoir confirmer que l'orge hydroponique est plus nutritive que l'orge

Cultiver dans le sol, d'autres études doivent être réalisées :

- Etudier les caractères morphologiques,
- Analyser les molécules biochimiques et moléculaires,
- Faire des analyses génétiques et statistique

---

# **REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

## Références bibliographiques

- **Akal T., Avcı M. and Dusunceli F., 2004.** Barley: Post-harvest operations. <http://WWW.Fao.org/inph/content/compnd/text/ch 31.htm>.
- **Anonyme, 2010.** Après 40 ans, l'Algérie redevient exportatrice d'orge. econostrum.info l'actualité économique en méditerranée. <http://www.econostrum.info/>.
- **Baik, B.-k & Ulrich, S.E. Barley. (2008)** for food: characteristics, improvement and renewed interest. Journal of cereal science 48, 233-242
- **Belbachir M, 2017.** Production de fourrage par techniques hydroponiques. Cas de l'orge à Sidi mdjahed, commune de beni bousaid. Univ Tlemcen.
- **Belaid D. 2014, fourrage et aliment bétail orge en hydroponie,** <http://www.djamel-belaid.fr>
- **Boufenar Z., Zaghouane O., Zaghouane F., 2006.** Guide des principales variétés de céréales à paille en Algérie. Ed. ITGC, ICARDA., Alger, 154 p.
- **Bouzerzour H. et Benmahammed A., 1993.** Environmental factors limiting barley yield in the high plateau of Eastern Algeria. Rachis, 12 (1) :14 – 19.
- **Boungab Karima (2013)** La rayure réticulée de l'orge (*Hordeum vulgare* L.) dans le Nord-Ouest Algérien : importance, morphologie et pouvoir pathogène chez *Pyrenophora teres* f. *teres* et recherche de moyens de lutte. Univ Oran
- **Burny P.h., 2011.** Production et commerce mondial en céréales en 2010/2011. Livre blanc « céréales » ULG Gembloux, Agro. Bio. Tech et CRA, pp. 2-12.
- **FAO-STAT. 2006.** <http://faostat.fao.org>
- **Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2010.** [www.FAO.org](http://www.FAO.org)
- **Jorge C., 2013.** – Culture en intérieur - La bible du jardinage indoor - Master Edition Broché –
- **Hadria, R. 2006.** Adaptation et spatialisation des modèles stricts pour la gestion d'un périmètre céréalier irriguée en milieu semi-aride. Thèse de doctorat. Univ Cadi AYYAD Samlalia- Marrakech.
- **Giban, M., Minier, B., Malvosi, R. 2003.** Stades du blé ITCF. ARVALIS. Institut du végétale. Pp 68.
- **Liliana Astrid Avila Ospina. 2014.** Autophagie, sénescence et remobilisation de l'azote chez l'orge. Université paris-sud science du végétale. 145
- **Laberche J.C., 2010.** - Biologie végétale 3ème édition. Dunod, 2010 : 212-215

- **Menad A., Meziani N., Bouzerzour H. et Benmahammed A., 2011.** Analyse de l'interaction génotype x milieux du rendement de l'orge (*Hordeum vulgare L.*): application des modèles AMMI et la régression conjointe. *Nature et Technologie*, 5 : 99 - 106.
- **Nabila SOUILAH., 2009.** Diversité de 13 génotypes d'orge (*Hordeum vulgare L.*) et de 13 génotypes de blé tendre (*Triticum aestivum L.*) : Etude des caractères de production et d'adaptation. Univ Constantine.
- **Soltner, D. 2005.** Les grandes productions végétales. 20ème. Ed. CCTA. Pp20-140
- **Texier W., (2013).** - L'hydroponie pour tous. Mama éditions, 7 rue Pétion, 75011 Paris France. 13-20.
- **William Texier., (2015).**- L'Hydroponie pour tous - Les dix clés de l'horticulture à la maison - Mini édition Broché
- **Zibouche, M., Grimes, C. (2006)** ; contribution a l'étude des flavonoïdes et des activité antioxydants de l'orge : *Hordeum vulgare*. Pg13-14

### Site web

- ✓ **Anonyme 1 : orge hydroponique, 27 OCTOBRE 2015** <http://khazain-al-ard.blogspot.com/2015/10/orge-hydroponique-ou-germee-phase.html>
- ✓ **Anonyme 2: hydroponie culture hors sol, 12 Oct 2016** <https://blog.veritable-potager.fr/hydroponie-culture-hors-sol/>

**INTITULÉ : LA CULTURE HYDROPONIQUE DE L'ORGE.**

Mémoire de fin de cycle pour l'obtention du diplôme de Master en biotechnologie et génomique végétale

**Résumé**

La couverture des besoins alimentaires du cheptel est un problème pour chaque éleveur ; Les questions relative aux disponibilités ; aux prix des aliments ; et la contrainte climatique, demeure un sujet contraignant au regard de l'état nationale et mondiale.

Notre étude quantitative portera sur une variété d'orge SAIDA 180 au cours de la germination ; et la levée des feuilles dans un milieu hydroponique en une période de 10 jours ; en utilisant deux solutions nutritives : une solution préparé à partir d'une poudre (N20%P20%K 20%); une autre solution liquide qui contient des oligoéléments et macroéléments et de l'eau comme contrôle ; les résultats montrent que le rendement de l'orge hydroponique est plus élevé et plus rapide avec de l'eau et la solution nutritive NPK20% ; ces résultats pourront résoudre le problème de déficit de fourrage vert en Algérie.

**Mots clés :** fourrage vert., solution nutritive, l'orge Saïda 183, culture hydroponique.

**Laboratoire de recherche :** Génétique Biochimie et Biotechnologie végétale

Jury d'évaluation :

**Président du jury :** Mr. KELLOU Kamel (MAA - UFM Constantine),  
**Rapporteur :** Pr. DEKOUN Abdelhamid (professeur - UFM Constantine),  
**Co-rapporteur :** Mme. LOUALI Yamouna (MAB- UFM Constantine),  
**Examineur :** Mme. BOUSBA Ratiba (Dr - UFM Constantine).

**Date de soutenance :** 28/06/2018