



Institut des Sciences  
Vétérinaires- Blida

Université Saad  
Dahlab-Blida 1-



Projet de fin d'études en vue de l'obtention du  
**Diplôme de Docteur Vétérinaire**

**L'ORGE HYDROPONIQUE DANS L'ALIMENTATION DE LA  
VACHE LAITIERE**

Présenté par :

Chellali Youcef

Zenadra Belkacim

**Devant le jury :**

|                       |                |        |           |
|-----------------------|----------------|--------|-----------|
| <b>Président(e) :</b> | Abdelli Amine  | M.A.A  | ISV-Blida |
| <b>Examineur :</b>    | Dahmani Hichem | M.A.A  | ISV-Blida |
| <b>Promoteur :</b>    | Cherif Toufik  | DR.Vet | ISV-Blida |

**ANNEE UNIVERSITAIRE 2015-2016**

## Remerciement

Nous tenons à remercier en premier lieu notre promoteur Dr Toufik Cherif A pour son aide précieux, pour sa disponibilité et ces conseils pertinents ainsi que pour son esprit d'analyse.

Nous remercions DR.Belabdi Amine et DR.Dehmani Hichem d'avoir acceptés d'examiner notre travail

Nous remercions l'ensemble des enseignants de département des sciences vétérinaire et le personnel de l'administration.

Enfin un grand merci pour toute la promotion vétérinaire (5eme année vétérinaire 2015/2016).

# DEDICACES

A mon père

A ma mère

A mes frères, sœurs

A mes très chers oncles et leurs familles

A mes cousins et mes amies.

**Yousef**

# DEDICACES

A mes chers parents

A mes frères et sœurs

A mes chers amis

A tous ceux qui me sont chers.

**Belkacim**

## Liste des tableaux

|                                                                              |    |
|------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tableau 01 : composition chimique moyenne du lait                            | 04 |
| Tableau 02 : Les productions fourragères en Algérie. (Unité : qx)            | 08 |
| Tableau 03 : Evolution des superficies fourragères en Algérie (Unité : ha)   | 09 |
| Tableau 04 : Taux de couverture des besoins alimentaires du cheptel Algérien | 11 |
| Tableau 05 : Changement de teneur en matière sèche et protéines              | 21 |

## Liste des figures

|                                                        |    |
|--------------------------------------------------------|----|
| Figure 01 : courbe de lactation                        | 06 |
| Figure 02 : chambre de culture hydroponique.           | 12 |
| Figure 03 : Lavage et trempage des graines d'orge      | 15 |
| Figure 04 : Distribution de fourrage pour les animaux. | 19 |
| Figure 05 : l'orge cultiver premier jour.              | 20 |
| Figure 06 : l'orge cultiver deuxième jour.             | 20 |
| Figure 07 : l'orge cultiver troisième jour.            | 20 |
| Figure 08 : l'orge cultiver quatrième jour .           | 22 |
| Figure 09 : l'orge cultiver 5-7 jours .                | 22 |
| Figure 10 : l'orge cultiver septième jour.             | 23 |
| Figure 11 : technique sur film nutritif (NFT).         | 25 |
| Figure 12 : Hangar hydroponique vu de l'extérieur.     | 26 |
| Figure 13 : Hangar hydroponique vu de l'intérieur.     | 26 |
| Figure 14 : chambre de fourrage hydroponique.          | 26 |
| Figure 15 : fourrage vert hydroponique en Algérie.     | 26 |

## Liste des abréviations

Ca : calcium

P : phosphate

UF : unité fourragères

SAU : superficie agricole utile

SAT : superficie agricole totale

OGM : organisme génétiquement modifié

MS : matière sèche

NFT : technique sur film nutritif

## Résumé

L'objectif de la présente étude est de proposer des possibilités d'amélioration des rendements, dans les conditions « d'agriculture fourragère » en Algérie, d'une culture d'orge menée dans la chambre hydroponique afin d'obtenir les meilleurs rendements ainsi que l'économie du prix de revient d'un kg d'orge.

Ce fourrage a été distribué pour les vaches laitières afin d'identifier sa part énergétique et de manière à constater l'apport de ce fourrage. Les graines d'orge ont été semées dans des bacs à raison de 1 à 1,2 kg par bacs et germées dans une chambre hydroponique pendant 8jrs.

Le poids frais de la verdure a été multiplié par un facteur de 6 par rapport au poids initial (poids de la semence). Le taux de MS des graines était de 88,86%, alors qu'au 8<sup>e</sup> jr de germination il a atteint 16,91%. Ainsi, les modifications des conditions chimiques au cours de la germination ont prouvé après l'analyse des graines séchées et imbibées ainsi que celle du fourrage du 4<sup>e</sup>, 6<sup>e</sup> et 8<sup>e</sup> jrs de germination que le taux de CB était respectivement de : 9,29%; 10,85%; 19,24%. Les MAT : 11,06%; 11,60%; 15,58%. En ce qui concerne la partie verte et les racines, la CB a atteint des valeurs respectives de 21,40% et de 24,33%. Alors que pour les MAT, on a constaté une diminution de leurs moyennes au niveau des racines et une augmentation dans le plant vert avec respectivement : 27,10% et 12,92%.

La valeur nutritive a fortement brillé par une augmentation de PDIN au cours des derniers stades de germination 6<sup>e</sup>, 8<sup>e</sup> jr et dans la partie verte (76,23 ; 99,3 et 175,67). Alors que les PDIE (100,57 ; 133 et 112,32) contrairement aux UFL qui ont montré une diminution remarquable : (1,01 ; 0,89 et 0,91). En parallèle, les résultats des différentes analyses physico-chimiques des échantillons de lait prélevés ont montré des différences non significatives ( $p > 0,05$ ) pour le taux butyreux entre le lot témoin et le lot expérimental (4,31% et 4,00%) et même pour le taux protéique (2,66% et 2,62%).

Après l'étude des différents cas, nous remarquons que sur le plan économique le meilleur procédé est la culture sur champ étant donné que c'est la moins onéreuse.

**Mots clés** : orge hydroponique- vaches laitières- taux butyreux- taux protéique- résultat économique



## **ABSTRACT**

The main objective of the present study is to provide opportunities for yield improvement in the conditions of "fodder farming," conducted in hydroponics room to get the best returns and the economy the cost price of one kg of barley.

This feed was distributed to dairy cows to identify its energy part and to note the contribution of this feed. Barley seeds were sown in trays at a rate of 1 to 1.2 kg trays and sprouted in a hydroponics room during 8days.

Fresh weight of the green rose was multiplied by a factor of 6 comparatively of the initial weight (the weight of the seed). The rate of MS of seeds was  $88.86 \pm 0.1$ , whereas at 8th days of germination it reached 19.61%. Thus, changes in chemical conditions during germination showed after analysis of dried, soaked seeds and fodder of the 4th, 6th and 8th days of germination that the CB rates were respectively: 9.29%, 10.85%, 19.24%. The MAT: 11.06%, 11.60%, 15.58%. For the green part and roots, CB rates were: 21.40% and 24.33%. Whereas for MAT, there is a decrease of their averages in the roots and an increase in green part respectively of 27.10% and 12.92%.

The nutritional value had an increase in PDIN in the last stages of germination 6th, 8th days and green portion (76.23, 99.3, and 175.67). While the PDIE (100.57, 133, and 112.32) unlike the UFL which shows a big decrease (1.01, 0.89, and 0.91). In parallel, the results of different physic-chemical analysis of milk samples showed no significant difference ( $p > 0.05$ ) in the fat content between the control group and experimental group (4.31% and 4.00%), this difference was the same for protein content (2.66% and 2.62%).

After studying the various cases we find that economically the best process is the seed of the field because it is the least expensive.

**Keys word:** hydroponic barley-dairy cows-fat content-protein content- economic result.

## ملخص

الهدف من هذه الدراسة هو توفير الفرص لتحسين المحاصيل في ظل ظروف "الزراعة العلف" في الجزائر، وهو محصول الشعير التي أجريت في غرفة الزراعة المائية للحصول على أفضل العوائد واقتصاد سعر تكلفة كيلو من الشعير. وقد تم توزيع هذا العلف للأبقار الألبان لتحديد احتياجاتها من الطاقة من والإشارة إلى مساهمة هذه الأعلاف. زرعت بذور الشعير في الصواني بمعدل 1-2، 1 كجم الصواني ونبتت في غرفة الزراعة المائية لمدة 8 أيام. وقد ضرب الوزن الطازج من المساحات الخضراء بعامل 6 نسبة إلى الوزن الأولي (وزن البذور). كان معدل البذور MS % 88.86 ، في حين ان اليوم الثامن من الانبات وصلت الى 16.91 %، وهكذا، أظهرت تغيرات في الظروف الكيميائية اثناء الانبات بعد تحليل البذور الجافة و المنقوعة و اعلاف الأيام الرابعة و السادسة والثامنة من معدل انبات CB كان على التوالي 9.29%، 10.25%، 19.24%، 11.06% MAT، 11.60%، 15.58%، وفيما يتعلق بالجزء الاخضر والجذور ، تم التوصل الى CB القيم الخاصة لكل منها 21.40% و 24.33% MAT : 11.06%، 11.60%، 15.58%، في حين ل MAT كان هناك انخفاض في المتوسط في الجذور وزيادة في نبات اخضر مع 27.10 % علي التوالي و 12.92 %.

القيمة الغذائية ارتفعت بشكل واضح الى حد كبير PDIN خلال مراحل لاحقة من الانبات، يوم 6، 8 وفي الجزء الأخضر (76.23، 99.3، 175.68). بينما PDIE (100.57، 133 و 112.32) على عكس UFL والتي اظهرت انخفاضاً كبيراً (1.01، 0.89، 0.91) في موازاة ذلك أظهرت نتائج مختلف التحليل الفيزيائية والكيميائية لعينات الحليب عدم وجود فروق معنوية  $p > 0.05$  لمحتوى الدهون بين مجموعة الشاهدة والتجريبية ( 4.31%، 4.00%) وحتى محتوى البروتين ( 2.66% و 2.62%).

بعد دراسة الحالات المختلفة، نلاحظ أن أفضل العملية اقتصادياً هي بذرة الحقل لأنها الأقل كلفة. كلمات البحث : -محتوى البروتين -محتوى الدهون - الأبقار الحلوب -الزراعة المائية – كلفة.

## **SOMMAIRE**

|                                                                      |          |
|----------------------------------------------------------------------|----------|
| <b>INTRODUCTION</b>                                                  | <b>1</b> |
| <b>CHAPITRE I : LA PRODUCTION LAITIÈRE</b>                           |          |
| I-1 Propriété physico-chimique de lait                               | 3        |
| I -1-1 composition physique                                          | 3        |
| a-Densité                                                            | 3        |
| b-Acidité                                                            | 3        |
| c-stabilité à la chaleur                                             | 3        |
| d-Point de congélation                                               | 3        |
| e-Point d'ébullition                                                 | 3        |
| f-Mouillage du lait                                                  | 4        |
| I-1-2 composition chimiques                                          | 4        |
| I-2- facteurs de variation de la qualité et de la production de lait | 5        |
| a-la saison                                                          | 5        |
| b-la race                                                            | 5        |
| c-l'âge                                                              | 5        |
| d-le rang de lactation                                               | 6        |
| e-le stade de lactation                                              | 6        |
| f-niveau alimentaire                                                 | 6        |
| I-3-Valeur nutritive                                                 | 7        |
| I-4-Ressources fourragères en Algérie                                | 7        |
| I-4-1-Rendement fourragères en Algérie                               | 7        |
| I-4-2- Superficies fourragers en Algérie                             | 9        |
| I-4-3-Taux de couverture des besoins alimentaires du cheptel         | 10       |

## **CHAPITRE II : FOURRAGE HYDROPONIQUE**

|                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------|----|
| I. Définition de Fourrage hydroponique                                | 12 |
| III. L'objectif de la technique                                       | 14 |
| IV-Le principe de système                                             | 14 |
| IV-1- matériaux et équipements                                        | 14 |
| IV -2 Configuration du système                                        | 15 |
| a- Germination                                                        | 15 |
| b- Culture                                                            | 16 |
| c- Irrigation                                                         | 16 |
| d-climatisation                                                       | 16 |
| e-Eclairage                                                           | 16 |
| IV-3-Fonctionnement du système                                        | 17 |
| a-Graines                                                             | 17 |
| b-Eau                                                                 | 17 |
| c-Engrais                                                             | 17 |
| d- Lumière                                                            | 17 |
| e- Main-d'œuvre                                                       | 17 |
| f- Temps nécessaire                                                   | 17 |
| IV- 4- Taches d'exploitation quotidienne                              | 18 |
| 4-1. La récolte du fourrage mature                                    | 18 |
| 4-2. Nettoyage des bacs                                               | 18 |
| 4-3. Semis de céréales nouvelles                                      | 18 |
| 4-4. Réglage de flux de nutriment                                     | 18 |
| 4-5. Rajouter de l'approvisionnement en éléments nutritifs et l'acide | 18 |
| 4-6. Distribution de fourrage pour les animaux                        | 19 |

|                                                                           |           |
|---------------------------------------------------------------------------|-----------|
| V- Le processus de germination                                            | 19        |
| 1-pré trempé et trempage                                                  | 19        |
| 2-processus de croissance et de récolte                                   | 20        |
| 0 – 3 Jours                                                               | 20        |
| 4 Jour                                                                    | 21        |
| L'absorption des minéraux                                                 | 22        |
| 5 - 7 Jours                                                               | 22        |
| Jour 7                                                                    | 23        |
| 3- Récolte                                                                | 23        |
| VI- Les différentes techniques                                            | 24        |
| 1- Hydroponie passive                                                     | 24        |
| 2- Hydroponie active                                                      | 24        |
| a- L'irrigation goutte à goutte                                           | 24        |
| b- Les systèmes d'inondations (tables à marée, ebb and flood)             | 24        |
| c- Les systèmes NFT (Nutrient Film Technic : technique sur film nutritif) | 24        |
| d- Les systèmes aéroponique                                               | 25        |
| VII- Les Chambres de la Culture Hydroponique                              | 26        |
| VIII- Les Avantages et Inconvénient de la technique                       | 27        |
| 2- Les inconvénients                                                      | 29        |
| <b>CONCLUSION</b>                                                         | <b>31</b> |

## **Introduction**

L'Algérie, comme d'autres pays du Maghreb, est confrontée depuis l'indépendance à une hausse continue de la demande en produits laitiers, due à une dynamique démographique vigoureuse et à l'urbanisation des populations. (SRAIRI et al, 2007).

La production laitière locale estimée à plus de 3 milliards de litres (MADR.2014) est loin de pouvoir répondre à cette demande croissante. Le niveau d'alimentation des vaches laitières dans les élevages et l'insuffisance de l'offre fourragère sont d'importants facteurs limitants, qui contrarient le développement de la production laitière et de l'élevage en général.

(BOUZIDA et al.2010)

La production des systèmes d'élevage laitiers se voit entravée par de multiples problèmes. On peut citer : la faiblesse des fourrages quantitativement et qualitativement, l'insuffisance de la maîtrise des techniques d'élevage, le faible potentiel génétique ainsi que les faibles rendements des BLM (bovin laitier moderne importé) dus à la non adaptation aux conditions climatiques du pays et aux conditions de conduite au niveau des exploitations. (KACIMI. 2013)

L'alimentation représente le paramètre le plus important des charges opérationnelles de la production laitière, mais également l'un des outils les plus efficaces pour maîtriser la production de lait, que ce soit en quantité, en qualité ou en rentabilité. (SENOUSSI. 2008)

Les principales ressources fourragères se composent des chaumes de céréales, de la végétation des jachères pâturées, des parcours, de peu de fourrages cultivés et de fourrages naturels.

Un examen fin de la structure de ce potentiel, selon les diverses zones agro-écologiques, a permis d'estimer les superficies occupées par les fourrages utilisées pour l'alimentation du cheptel à près de 39 millions d'hectares (2001-2012) sur les 42 millions de S.A.T soit un taux d'occupation qui varie entre 91 et 95 % de la S.A.T. Ces superficies sont représentées, essentiellement, par les steppes et les pacages (77 à 78 %), les terres en jachère (5 à 7 %) et les soles pourvoyeuses de chaumes et de pailles (6 à 9%). Ces ensembles se caractérisent par la faiblesse de la productivité fourragère. (ITELV. 2013).

Le taux de couverture des besoins du cheptel algérien se situe entre 75 et 80 % pour un déficit énergétique annuel national qui se situe autour de 3 milliards d'unités fourragères (bilans fourragers 2001/2012, ITELV. 2013). Ceci engendre une sous alimentation du cheptel. L'amélioration de la production fourragère est une nécessité, compte tenu de la mauvaise alimentation actuelle des cheptels dont le bovin laitier. Cette étude propose, de ce fait, une technique de culture fourragère hors sol dite " hydroponique" permettant d'intensifier la production fourragère et de diminuer la charge sur les terres agricoles.

Notre étude vise à déterminer l'utilité de la culture du fourrage d'orge hydroponique aussi bien sur le plan technique que le plan économique et l'impact de l'utilisation de la verdure sur la production laitière bovine en quantité et en qualité nutritionnelle.

# Chapitre I : la production laitière



**I-1 propriété physico-chimique de lait :****I-1-1 compositions physiques :****a-Densité :**

Le poids d'une substance par unité de volume est la masse volumique ; tandis que la densité de chacun des constituants du lait et aussi donnée que la matière grasse est le seule constituant qui possède une densité inférieure de 1. **VIGNOLA R, (2002).**

**b-Acidité :**

Normalement l'acidité du lait est proche de la neutralité (PH=7.0). Il est légèrement acide et son pH varie normalement de 6.6 à 6.8. Cependant, lorsque le lait n'est pas refroidi rapidement à 4°C après la traite, les bactéries lactiques y croissent rapidement.

Ces bactéries produisent l'acide lactique qui diminue le pH (augmente l'acidité) du lait. Lorsque l'acidité est suffisamment forte à température ambiante (un pH inférieur à 4.7), la caséine du lait coagule. Si la température est plus élevée, la coagulation de la caséine du lait se produit en présence de moins d'acide (un pH plus élevée) .**WATTIAUX, (1997).**

**c-Stabilité à la chaleur :**

Le lait frais peut maintenir sa structure normale lorsqu'il est exposé à de courtes périodes chaleur intensive. Cependant, l'exposition prolongée à la chaleur dégrade la structure des micelles de caséines et modifie la structure du lactose qui tend à réagir avec les protéines. La stabilité à la chaleur peut donc indiquer la qualité d'un lait. Un lait acide se déstabilise plus rapidement à la chaleur qu'un lait normale .**WATTIAUX, (1997).**

**d-point de congélation :**

Il peut varier de - 0.530 °C à - 0.575 °C avec une moyenne à - 0.555 °C. Un point de congélation supérieure à - 0.530 °C permet de soupçonner une addition d'eau au lait .**VIGNOLA R, (2002).**

**e- point d'ébullition :**

On définit le point d'ébullition comme la température atteinte lorsque la pression de la substance ou la solution est égale à la pression appliquée. Le point d'ébullition est légèrement supérieure au point d'ébullition d'eau, soit 100.5 °C .**VIGNOLA R, (2002).**

### f-Mouillage du lait :

La principale falsification du lait est le mouillage, c'est-à-dire l'adjonction d'eau avec ajout de farine cuite ou d'une décoction d'amandes douces, et en été l'ajoute de soude pour éviter que le lait ne tournât.

Cette fraude persista longtemps, tant en amont qu'en aval. Les éleveurs se livrent à ce genre de manipulation pour augmenter leurs revenus **JACQUES M, (1998)**.

### I-1-2 compositions chimiques :

On sait actuellement, que pour l'homme, le lait est un aliment de grande valeur nutritionnelle, il fournit plus de substances alimentaires essentielles que tout aliment naturel **.ALAIS C, (1984)**.

**Tableau 01** : composition chimique moyenne du lait **.TREMOLIERE J, (1984)**.

| Constituants | Teneur moyenne en pourcentage                                                                                                                                                        |
|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Eau          | Environ 87%                                                                                                                                                                          |
| Glucides     | Lactose 5%                                                                                                                                                                           |
| Lipides      | Environ 4% sous forme globales gras très petits en émulsion                                                                                                                          |
| Protéines    | Environ 3.5% la plus importante en quantité est : la caséine 3%, protéines complexe contenant tous les acides aminés utiles à la croissance, il y aussi de albumine et de globuline. |
| Minéraux     | 0.7%( varie de 0.3à1%) très intéressante valeur minérale car très riche en calcium et en phosphore P = 0.9g /l, Ca=1.25g/l, Ca /P=1.39.                                              |
| Vitamines    | B1 : en petit quantité.<br>B2 : assez importante.<br>C : en quantité variable.<br>A, D, E, K à un taux faible.                                                                       |
| Enzymes      | Nombreuses : lipase, protéase.                                                                                                                                                       |

## I-2- facteurs de variation de la qualité et de la production de lait :

### a- la saison :

La saison intervient dans la production par l'intermédiaire de la durée de jour. En effet, une figure période expérimentale longue de 15 à 16 heures par jour augmente de 10% la production laitière et diminue la richesse du lait en matières utiles par rapport aux vaches normalement soumises à une durée d'éclairement de 9 heures à 12 heures (**Tuker, 1985, Philips et Schofield, 1989**).

Ce gain de production est associé à :

- une augmentation des quantités alimentaire ingérées de l'ordre de 6,1% des besoins par vache et par jour (**Philips et schofield, 1989**).
- la modification des équilibres hormonaux par augmentation de la prolactinémie (**Tuker, 1985**) pouvant entraîner une diminution des taux butyreux et protéiques. Le taux de la prolactine dans le plasma est significativement plus élevé chez les vaches en production et chez les génisses placées en jours longs (**Petitclerc et al, 1984**).

### b- la race :

La production varie en fonction des races. En effet, les travaux de (**FNCL, 1984**) cité par **Ferrouk (1987)**, rapportent les rendements annuels différents des races laitières les plus fréquemment rencontrées.

En Algérie, d'une manière générale, le cheptel bovin laitier constitué des vaches de race «pie rouge» et «pie noire» présente une production laitière journalière moyenne, de 12,45 à 12,91 kg de lait/vache similaire (**Olive, 2001**).

### c- L'âge :

L'âge au premier vêlage est en fonction du poids de la génisse (2/3 du poids adulte) au moment de sa mise à la reproduction (**Delage ; 1969**) ainsi que la croissance de sa glande mammaire (**Delouis, 1983**).

Selon **HICKMAN (1973)**, la production maximale est atteinte à l'âge de 3 ans.

D'autre part, il est important de signaler que pour un même âge au vêlage, la production laitière des génisses n'est pas indépendante de leur vitesse de croissance. En effet, une vitesse

de croissance trop rapide se traduit par une production laitière faible dès la première lactation et aussi pour les lactations suivant (Little et Kay, 1979).

**d- Le rang de lactation :**

Il constitue un facteur de variation important des paramètres de production. La production totale de lait augmente d'une lactation à l'autre et atteinte un maximum à la quatrième ou cinquième lactation puis diminue. Le pourcentage d'accroissement d'une lactation à l'autre est plus important pour la production maximale que pour la production totale.

**e- Le stade de lactation :**

L'effet du stade de lactation a fait l'objet de très nombreux travaux (Remond, 1987) qui montre que la production de lait :

- est faible au cours des premiers jours de lactation.
- est maximale durant les 2<sup>èmes</sup> et 3<sup>ème</sup> mois de lactation.
- diminue ensuite jusqu'à la fin de la lactation, cette baisse est due à l'avancement de l'état gestatif (Remend, 1987), qui raccourcit la durée de la production (Lescouret et Coulon, 1994).

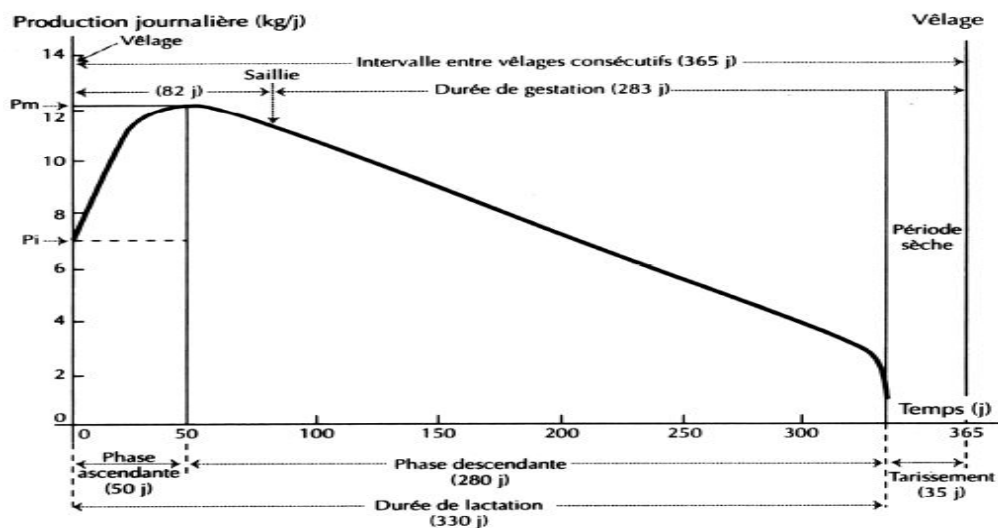


Figure 01 : courbe de lactation (D'après Ramaherijaona, 1987 rapporte par Meyer et Denis 1999).

**f- Niveau alimentaire :**

L'alimentation constitue le facteur limitant de la production laitière, de sorte que toute réduction brutal et de courte durée d'apport alimentaire entraîne une chute de la production laitière selon l'intensité de la réduction.

### I-3- valeur nutritive :

Le lait est un aliment de très grande valeur. Ces connaissances seront confirmées par le développement de la chimie et de la nutrition.

Celles-ci permirent de savoir que le lait est composé d'eau, de glucide (lactose) en solution, de Protéines en suspension colloïdale, de lipides en émulsion, de sels minéraux (calcium, phosphore, . . .) de vitamines liposolubles et hydrosolubles etc.

Parmi les nombreuses vitamines que contient le lait, trois méritent une attention particulière:

- la vitamine A (croissance, protection de la peau et des muqueux mécanismes de la vision crépusculaire) ;
- la vitamine D (anti rachitique, meilleure fixation du calcium).
- la vitamine B2 (utilisation des glucides, protides, lipides).

Cette présence dans le lait de tous les éléments essentiels de l'alimentation humaine a fait dire, pendant longtemps, que le lait est un aliment complet. Grâce aux progrès de la chimie et de la nutrition, on s'est rendu compte de sa pauvreté en fer, en certains oligo-éléments et vitamines, en fibres.

### I-4- Ressources fourragères en Algérie :

Selon **Hamadach(2001)** cité par **Amrani(2006)**, les ressources fourragères en Algérie se composent essentiellement des chaumes de céréales, végétation de jachères pâturées, parcours steppiques, forêts, maquis et de peu de fourrages cultivés.

L'Algérie disposait en 2001 de 8 milliards d'unités fourragères (UF) issues principalement des zones céréalières (52%) et des parcours steppiques (44%). Les chaumes et les pailles contribuaient pour 37% dans l'offre fourragère globale.

#### I-4-1- Rendements fourragers en Algérie :

La production fourragère est l'un des maillons importants dans le système de production de l'élevage bovin laitier. Les cultures fourragères en Algérie occupent une place marginale au niveau des productions végétales. Les ressources fourragères sont assurées par les terres de parcours (fourrages naturels) et les sous-produits de la céréaliculture. L'amélioration de la production fourragère est de ce fait, une nécessité compte tenu de la mauvaise alimentation actuelle des cheptels. (**Kacimi. 2013**).

Comme le montre le tableau ci-dessous, les productions fourragères ont évolué depuis l'an 2007 jusqu'à l'an 2012 comme suit : 32% de fourrage naturel, 20% de fourrage artificiel consommé à sec et 48% de fourrage vert ou ensilé.

**Tableau 02 : Les productions fourragères en Algérie. (Unité : qx).**

| Année | Fourrage Naturel | Fourrage artificiel      |                            |            |
|-------|------------------|--------------------------|----------------------------|------------|
|       |                  | Fourrage consommé en sec | Fourrage en vert ou ensilé | Total      |
| 2007  | 4 992 330        | 10 167 350               | 8 672 420                  | 18 839 770 |
| 2008  | 3 487 865        | 7 447 675                | 8 455 690                  | 15 903 365 |
| 2009  | 6 651 050        | 11 585 391               | 12 136 604                 | 23 721 995 |
| 2010  | 5 459 700        | 12 885 130               | 13 016 130                 | 25 901 260 |
| 2011  | 5 581 585        | 10 765 180               | 14 930 040                 | 25 695 220 |
| 2012  | 7 298 420        | 12 740 400               | 16 823 850                 | 29 564 250 |

Source : ITELV, 2013.

La production des fourrages artificiels a régressé durant les campagnes 2007/2008 de 18%. Puis elle a évolué de façon significative à partir de la campagne 2008 jusqu'à 2012 de 46%. En 2007 les fourrages verts ou ensilé n'ont pas dépassés 46% du total de fourrages cultivés. Actuellement, la production du fourrage en vert prédomine la production du fourrage sec avec 57% de la production total du fourrage cultivé.

Les fourrages naturels ont progressé de 31% de l'an 2007 à 2012. Alors que leur production est faible par rapport à la production du fourrage cultivé. Ceci est probablement dû aux conditions climatiques telles que la pluviométrie, au surpâturage qui empêche le développement des cultures fourragères, ainsi qu'aux superficies réservées pour chaque culture comme l'indique le **tableau 03**.

Les fourrages verts cultivés sont composés essentiellement d'orge, d'avoine et de seigle occupant 76% de la superficie cultivée en vert avec un rendement moyen de 95 qx /ha, puis le trèfle et la luzerne qui occupent 8% de superficie ayant un rendement de 252 qx /ha, le maïs et le sorgho avec un rendement de 196 qx/ha et 7% de surface cultivée. Les autres fourrages verts occupent 9% de la superficie cultivée avec un rendement de 45 qx/ha.

Les fourrages secs cultivés sont constitués de vesce-avoine avec un rendement de 41 qx/ha sur 10% de superficie réservée au fourrage sec, de luzerne avec un rendement de 97 qx/ha remplissant moins de 1% de la superficie des fourrages secs, de céréales reconverties qui s'étendent sur 39% de superficie produisant 3qx/ha et de divers fourrages secs cultivés avec un rendement de 39 qx/ha dans 51% de superficie.

Les fourrages naturels sont constitués de prairies naturelles et de jachères fauchées. Les prairies naturelles occupent 9% de la superficie des fourrages naturels avec un rendement de 31 qx/ha. D'un autre côté, les jachères fauchées occupent la plus grande surface (91% de la superficie des fourrages naturels) avec un rendement de 26 qx/ha.

#### I-4-2- Superficies fourragères en Algérie :

La superficie agricole utile (SAU) est estimée à 8,454 630 millions d'hectare. Elle représente 20% de la superficie agricole totale (SAT) après les pacages et les parcours qui occupent la plus grande partie (77%). La SAU se distingue par :

-Les terres labourables composées de cultures herbacées qui occupent 51% de la SAU et de terres au repos occupant 37% de la SAU.

-Les cultures permanentes dont les prairies naturelles, ne dépassent pas 1% de la SAU, le reste est occupé par les plantations fruitières.

**Tableau 03** : Evolution des superficies fourragères en Algérie (Unité : ha)

| Année | Fourrage Naturel | Fourrage artificiel     |                            |         |
|-------|------------------|-------------------------|----------------------------|---------|
|       |                  | Fourrage consommé à sec | Fourrage en vert ou ensilé | Total   |
| 2007  | 227 761          | 401 340                 | 92 453                     | 493 793 |
| 2008  | 171 727          | 489 454                 | 99 436                     | 588 890 |
| 2009  | 269 283          | 296 277                 | 120 020                    | 416 297 |
| 2010  | 224 162          | 548 232                 | 121 258                    | 699 490 |
| 2011  | 241 854          | 407 533                 | 136 639                    | 544 172 |
| 2012  | 274 845          | 490 589                 | 151 124                    | 641 713 |

Source : ITELV, 2013

La superficie occupée par les fourrages naturels a évolué de 17% depuis l'an 2007 jusqu'à l'an 2012. Des fluctuations sont à noter au cours des campagnes 2007/2008 et 2009/2010 avec des superficies respectives de -32% et de -20%.

Les superficies des fourrages cultivés ont progressé de 23% entre 2007 et 2012. Des régressions en superficies fourragères ont été marquées pendant les campagnes agricoles 2008/2009 de 41% et 2010/2011 de 28%. Il est à noter aussi que les superficies occupées par les fourrages verts cultivés ont évolué de 39%. Les superficies des fourrages secs sont nettement dominantes par rapport aux autres types de fourrages avec une faible évolution (18%).

Les fluctuations des superficies fourragères et des productions par conséquent sont dues à l'augmentation de l'effectif animal ce qui provoque le surpâturage qui est le principal facteur de l'érosion du sol et de la dégradation des terres fourragères.

**Adem (2013)** a affirmé que les causes sont peu évidentes devant l'intéressement nouveau des agriculteurs à l'élevage bovin (augmentation du nombre d'éleveurs). Mais l'on peut avancer que l'une des causes principales de cette régression de superficie est le résultat d'un ensemble de facteurs parmi lesquels l'extension d'autres cultures et l'accroissement des superficies irriguées destinées à l'arboriculture fruitière.

#### **I-4-3- Taux de couverture des besoins alimentaires du cheptel :**

L'écart entre les besoins du cheptel algérien et les disponibilités fourragères s'est d'ailleurs accentué suite à l'augmentation des effectifs de l'ensemble des espèces animales, accélérant ainsi la dégradation des parcours et de la composition floristique des prairies, ainsi que la diminution de leur production. (**BOUZIDA et al, 2010**). En effet, le tableau 3 indique que l'accroissement des besoins alimentaires en UF a été estimé à 18% depuis l'année 2001 jusqu'à l'an 2011 et 4% au cours de la dernière campagne agricole (2011/2012). En parallèle, le taux d'offre en UF a évolué de 14% de l'an 2001 à l'an 2011 et de 6% en 2012.



**Tableau 04:** Taux de couverture des besoins alimentaires du cheptel Algérien.

| Année | Besoins<br>(UF) | Offre<br>(UF)  | Balance        | Taux de<br>couverture (%) |
|-------|-----------------|----------------|----------------|---------------------------|
| 2001  | 10 455 781 980  | 8 128 290 004  | -2 327 491 976 | -22,26                    |
| 2011  | 12 759 193 000  | 9 512 814 405  | -3 246 378 595 | -25,44                    |
| 2012  | 13 283 848 000  | 10 159 574 275 | -3 124 273 725 | -23,52                    |

Source : ITELV, 2013

L'analyse de la balance fourragère montre un déficit de plus de 3 milliards d'UF en 2012, soit -23%. Ce déficit est dû essentiellement à l'augmentation continue du cheptel, ainsi qu'aux faibles évolutions des superficies et des productions fourragères.

La proportion des terres réservées aux cultures fourragères, exploitées de manière extensive au demeurant, reste faible puisqu'elle ne représentait sur toute la décennie 2001-2012 que 1.5 % des superficies fourragères globales. En moyenne entre 5 et 7 millions de quintaux de fourrages naturels sont disponibles chaque année. Les besoins sont de très loin beaucoup plus importants.

Le taux de couverture des besoins du cheptel se situe entre 75 et 80 % pour un déficit énergétique annuel national qui se situe autour de 3 milliards d'unités fourragères (bilans fourragers 2001/2012). Ceci engendre une sous-alimentation du cheptel. **(Adem, 2013)**.

Cette situation découle du fait que la production et la culture des fourrages en Algérie reste, à bien des égards, une activité marginale des exploitations agricoles. L'alimentation constitue, incontestablement, l'une des contraintes majeures à l'essor de l'élevage en Algérie. **(Bekhouche, 2011)**.

Toutefois les systèmes d'élevages sont mixtes et la production annuelle de chaque type de produit (lait, viande) dépend de la pluviométrie, qui conditionne les disponibilités fourragères, mais aussi leur qualité **(Madani et al, 2004)**.



# **Chapitre II : fourrage hydroponique**

## I. Définition de Fourrage hydroponique :

C'est l'unité de production de fourrage frais à partir de céréale. Elle fournit d'importantes quantités de fourrage frais hautement nutritif et 100% naturel, par une méthode de germination originale hydroponique (sans sol).



Photo 02 : chambre de culture hydroponique.  
google 2016 anonyme 01

La production de fourrage hydroponique consiste à fournir des grains de céréales avec de l'humidité et les nutriments nécessaires, pour permettre la germination et la croissance des plantes en l'absence d'un milieu de culture solide. Le grain répond à la fourniture de l'humidité et de nutriments par la germination et la production d'une longue pousse verte avec des racines entrelacées dans les 5 à 8 jours. (NZ MerinoCompany, 2011)

## II. Historique :

Le mot Grec **hydroponique** signifie : "l'eau au travail". Scientifiquement, c'est faire pousser des plantes dans un milieu stérile, avec un apport d'éléments nutritifs venant "de l'extérieur". (Taksir, 1996).

L'étude de la culture hydroponique a une longue histoire, elle est connue depuis 382 avant Jésus-Christ, mais la première information écrite remonte à 1600, lorsque le belge Jan Van Helmont a documenté son expérience sur les plantes ayant obtenu les éléments nutritifs de l'eau. En 1699, l'anglais John Woodward a cultivé des plantes dans de l'eau contenant divers substrats de croissance et a constaté que leur croissance a été le résultat de certaines substances dans les eaux souterraines.

En 1804, De Saussure a énoncé le principe que les plantes sont composées d'éléments chimiques obtenus à partir du sol, de l'eau et de l'air. Les scientifiques allemands Sachs et Knop ont montré que les plantes peuvent être cultivées dans un milieu inerte humidifié avec une solution nutritive et cela a donné lieu à la nutri-culture. Dans les années suivantes, plusieurs formules de base ont été développées pour l'étude de la nutrition des plantes et mises au point en 1915 par **Hoagland**.

En 1919 par **Trelease** et jusqu'à 1925, lorsque l'industrie des serres s'est intéressée à la nécessité de changer la terre fréquemment pour éviter les problèmes de fertilité et les maladies (**Hidroponics Mexican Association, 2012**).

Au début des années trente, **Gericke**, Professeur de l'Université de Californie, a mis des expériences de laboratoire sur la nutrition des plantes à une échelle commerciale. Pour ce fait, il a appelé ces nutri-cultures "systèmes hydroponiques". La demande de **Gericke** de la culture hydroponique bientôt fait ses preuves en fournissant des vivres pour les troupes stationnées sur les îles non arables dans le Pacifique dans le début des années 1940.

Dans les années soixante et soixante-dix, l'intérêt a été renouvelé lors de progrès dans les plastiques commerciales qui ont permis de réduire le coût de la culture hydroponique de manière significative. Les plastiques ont été utilisés dans les serres et les lits de culture et ont permis la création de goutteurs plastiques.

Aujourd'hui, la culture hydroponique est populaire non seulement comme un moyen de produire des aliments plus grands, plus sains et plus savoureux sur une grande échelle, mais aussi comme un passe-temps des ménages. Beaucoup de gens considèrent la culture hydroponique comme moyen dont la plupart des aliments peuvent être cultivés dans l'avenir. Comme la quantité de terres arables diminue chaque année, la culture hydroponique peut être la réponse au maintien de l'approvisionnement alimentaire du monde en raison de sa capacité à produire des rendements plus élevés en utilisant une petite quantité d'espace.

La NASA a expérimenté avec la culture hydroponique comme un moyen de faire pousser des légumes dans l'espace. (**Straumietis, 2008**).

### **III. L'objectif de la technique :**

La technique consiste à enrichir les racines des plantations qui sont dans du substrat, (comme dans un pain de laine de roche) avec une solution nutritive qui donne à la plante un accès optimum à tout ce dont elle a besoin : eau, nutriments. Pour toutes les étapes de la vie

de la plante, il est nécessaire de contrôler l'acidité de la solution mais aussi la conductivité électrique. Grâce à l'hydroponie, on optimise au mieux le potentiel de la plante et donc son évolution ! Plus besoin d'organisme génétiquement modifié (OGM), et il est fascinant de voir la vitesse à laquelle poussent les fleurs, les fruits, les plantes médicinales. (La culture hydroponique pour le cannabis est interdite par la loi) c'est surtout la taille des fruits qui est incroyable quand on suit un minimum la notice. Pour les plantes qu'on utilise en médecine, l'hydroponie permet de concentrer le principe actif et donc d'obtenir des résultats impressionnants.

Le tableau n'est pas 100% parfait, car c'est vrai que le système ne convient pas aux grands écolos. En effet, une fois que les substrats ont été arrosés, il est impossible de les réutiliser. L'endroit où se trouve la culture voit aussi son taux d'humidité augmenter fortement et l'utilisation prolongée de substrat fait s'accumuler rapidement les déchets.

#### **IV-Le principe de système :**

##### **IV-1-Matériaux et équipements**

- \* Plateaux élevage de polyéthylène de haute qualité « U500 ».
- \* Étagères en métal galvanisé contre la rouille « U500 ».
- \* Des appareils portables pour mesurer l'humidité et à l'acidité de l'eau et de la chaleur.
- \* Système d'irrigation bilatérale avec accessoires « U500 ».
- \* Le traitement magnétique du système d'eau.
- \* Réseau d'éclairage automatique « U500 ».
- \* Les pompes spéciales pour l'eau oxygénée
- \* Les fans se déplacent passer l'air.
- \* Pots et float et les graines assombrissement « U500 ».
- \* Châssis de régulation générale avec circuit hydraulique :
  - Armoire de contrôle général
  - GHP
  - Stérilisateur d'eau

- Pompe doseuse
- Electrovanes
- Accessoires
- \* Châssis de régulations climatique
- \* Lumières spécial photosynthèse
- \* Disposition d'alimentation en Co2 avec stérilisateur d'air

#### IV -2 Configuration du système :

Le Fourrage hydroponique est cultivé dans une maison hangar. Une maison de taille moyenne :

Hangar de 10m X 13m produit une tonne de fourrage humide par jour. (Merino NZ, October 2011)

##### a-Germination :

Ceci a lieu sur les récipients en matière plastique, ce qui facilite le trempage et l'aération ultérieure des graines. Les récipients sont montés sur les réservoirs mobiles qui facilitent la tâche de semer dans les bacs de culture.



Photo 03 : Lavage et trempage des graines d'orge.

Google 2016 anonyme 02

##### b-Culture :

Ceci est réalisé dans la lutte contre l'impact des barquettes en plastique. Ceux-ci sont répartis sur étagères galvanisées en acier, réalisant ainsi, en raison de leur position empilée, un bénéfice optimal de l'espace disponible. Ceci est compatible avec la convivialité du système, ce qui est un aspect qui est au cœur de la conception de tous les éléments de l'équipement.

**c-Irrigation :**

Le processus de l'irrigation et du drainage est entièrement automatique. Un système de sub-irrigation automatique par hydro-vannes est utilisé, ce qui permet d'obtenir un drainage et un mouillage parfait, et présence de renouvellement de l'atmosphère dans le système des racines, par l'oxygénation après chaque cycle d'irrigation.

L'installation emploie des becs tuyaux qui alimentent chaque bac. Ces buses sont ajustées tout au long des stades de croissance pour fournir la quantité appropriée de solution nutritive à chaque plateau. Cette solution nutritive s'écoule ensuite à travers le fond des bacs, qui sont fixés à une baisse très légère, et est accessible par le grain et les racines qui en résultent.

Les mécanismes automatiques sont pratiquement sans entretien et sont très fiables en fonctionnement. Une pompe électrique est utilisée comme un élément propulseur et un filtre général est fixé à la sortie de l'eau.

**d-climatisation :**

Une unité de commande de température est montée sur chaque installation, proportionnel à la taille du lieu de culture. Cela permet le contrôle de la température, de l'humidité et de renouvellement de l'air, et permet d'obtenir une température optimale pour la période végétative de la plante.

**e-Eclairage :**

L'éclairage est basé sur des tubes fluorescents placés dans des luminaires fermés. Le cycle d'éclairage (12 heures par jour) est commandé par une minuterie électronique qui active automatiquement toutes les lumières. (Jason Blom, 2012)

**IV-3-Fonctionnement du système :****a- Graines :**

Les semences doivent avoir un taux de germination élevé (95% en 48 heures), et qu'ils sont aussi libres que possible d'impuretés ou de spores de champignons. Diverses graines peuvent être utilisées dans ce système, dans notre étude, nous concentrons sur les graines murs qui sont censés d'obtenir d'excellents résultats.

Le rapport est de 1 à 6, ce qui signifie que pour chaque kg de semences utilisées dans l'installation, 6 kg de fourrage vert hydroponique est produit.



**b- Eau :**

L'installation nécessite deux litres d'eau par kg. De fourrage vert produit.

**c- Engrais :**

Le supplément nutritif est ajouté à l'eau d'irrigation. La solution contient les proportions exactes de nutriments nécessaires pour atteindre cet objectif.

**d- Lumière :**

L'éclairage permet l'induction de certains composés dans l'usine (carotènes, chlorophylles, etc.) pour compléter leurs propriétés nutritives et d'améliorer l'appétit de l'animal, ainsi que de faciliter les opérations de travail sur les lieux.

**e- Main-d'œuvre :**

Les activités spécifiques dans les germes de croissance varient avec le système différent. L'exigence de travail quotidien suggéré d'utiliser un système de taille moyenne, produisant 1 tonne d'aliment humide par jour et fondée sur la mise en place et le fonctionnement décrit ci-dessus varie de 2 à 4 heures par jour.

**f- Temps nécessaire :**

Les suggestions du travail quotidien pour faire fonctionner un système varié de 2 à 4 heures, par exemple :

- l'usine de fourrage suggère 2 heures pour une unité de production jusqu'à 1000 kg/jour pousses.
- Les producteurs qui utilisent des solutions d'alimentation vert série 180 produisent jusqu'à 1500 kg / jour besoin de 3 heures de travail d'autre termes, de se laver et de recharger les 180 magasins de grains et de les enterrer à nouveau. (Merino NZ, October 2011)

**IV- 4- Taches d'exploitation quotidiennes :**

Le fonctionnement quotidien de la remise du fourrage tourne autour de 6 missions principales :

**4-1. La récolte du fourrage mature :**

Le fourrage mature est retiré des plateaux comme un tapis complet. Il est communément chargé sur un chariot à roues et à la fin le fourrage répandu est chargé sur un véhicule ou une remorque pour l'alimentation, et peut être haché ou broyer pour le mélanger avec d'autres substrats.

#### **4-2. Nettoyage des bacs :**

Il est fait en utilisant un blaster de l'eau, le nettoyage par le chlore du fond de tout l'équipement est fait pour réduire le risque de moisissure et autres infections.

#### **4-3. Semis de céréales nouvelles :**

Le nouveau grain, qui a été trempé pendant 24 heures, est semé dans les bacs en une couche uniforme de 1 cm de profondeur, dans l'obscurité, sans composé ou choc thermique.

#### **4-4. Réglage de flux de nutriment :**

Le réglage des robinets de petits flux de nutriments est réalisé dans chaque plateau. L'eau et les besoins en éléments nutritifs augmentent chaque jour ; le débit de chaque plateau doit être ajusté en eau et nutriments adéquats.

#### **4-5. Rajouter de l'approvisionnement en éléments nutritifs et l'acide :**

Les éléments nutritifs sont ajoutés à la cuve de stockage des nutriments en vue de maintenir le pH de la solution. Ainsi, il est organisé de s'assurer que l'alimentation en concentré est suffisante pour répondre aux besoins du système.

#### **4-6. Distribution de fourrage pour les animaux :(photo 04)**



Photo 04 : Distribution de fourrage pour les animaux.

Google 2016 anonyme 03

Le fourrage est distribué aux animaux. Sous forme de tapis ou broyer sous forme de herbe haché. (Merino NZ, October 2011)

## V- Le processus de germination :

Ce processus se déroule en :

### 1-pré trempé et trempage

Pré trempé les graines dans l'eau pour faciliter le métabolisme, la croissance et le développement de matériel de réserve. Après que nous avons trempé la graine dans l'eau et qui était complètement devenue saturée un jour avant les semis, elle est trempé dans une solution nutritive stérile pour aider à réduire le risque de moisissure. Elle est suivie par le drainage et elle est placée dans des bacs ou auges pour la germination, pendant 5 à 8 jours. La graine est maintenue humide pendant cette période.

La zone de culture du hangar se compose de plateaux dans lequel le grain est semé et le fourrage pousse.

Ces plateaux contiennent une mesure précise de solution nutritive.

La solution nutritive qui n'est pas absorbée par les grains semés s'écoule dans un système de recirculation de la solution qui retourne vers le réservoir de stockage de solution. Cela permet de réduire le gaspillage et optimise l'efficacité de l'utilisation de l'eau dans le système.

### 2-processus de croissance et de récolte

#### 0 – 3 Jours :



Photo 05 : l'orge cultivée premier jour.

Google 2016 anonyme 04



Photo 07 : l'orge cultivée troisième jour.  
Google 2016 anonyme 06



Photo 06 : l'orge cultivée deuxième jour.  
Google 2016 anonyme 05

### **Matière sèche :**

Les graines perdent leur matière sèche au cours du trempage et de la germination, car elles utilisent leurs propres réserves d'énergie pour leur croissance, c'est l'activité métabolique accrue de la germination des graines. L'énergie nécessaire à cette activité métabolique est dérivée par la dégradation partielle et l'oxydation de l'amidon.

### **Solutés :**

Les solutés s'échappent des graines après trempage, ce qui montre qu'il y a absorption d'eau qui s'arrête après une journée. Les solutés qui fuient comprennent des protéines, des acides aminés, des sucres, des acides organiques et des ions inorganiques.

### **4 Jour :**

### **Matière sèche :**

La teneur en matière sèche diminue d'après les expériences allumées à cause la photosynthèse.

|                     | Matière sèche (%) | Protéine (% MS) |
|---------------------|-------------------|-----------------|
| Graine              | 100               | 10.1            |
| 4 <sup>e</sup> Jour | 96                | 10.8            |
| 6 <sup>e</sup> Jour | 91                | 13.7            |
| 8 <sup>e</sup> Jour | 84                | 14.9            |

**Tableau 05** : Changement de teneur en matière sèche et protéines. (Merino NZ, Octobre 2011)

### L'absorption des minéraux :

**En 4eme jour :**



Photo 08: l'orge cultivée quatrième jour. Google 2016 anonyme 07

On a augmenté l'absorption des minéraux en raison de l'extension du radical (racine).

**5 - 7 Jours :**





**Photo 09 :** l'orge cultivée 5-7 jours. Google 2016 anonyme 08

La photosynthèse est importante en raison de l'activité des chloroplastes.

**Jour 7 :**



**Photo 10 :** l'orge cultivée septième jour. Google 2016 anonyme 09

Les grains germés sont prêts pour la récolte.

### 3- Récolte :

De nombreux facteurs affectent le rendement des grains germés, dans l'irrigation en particulier :

- La qualité de l'eau et le ph
- La préparation du grain
- La qualité et la variété du grain
- La densité de semis, la température et la durée de la croissance.
- L'hygiène : indispensable pour limiter le risque de développement des germes et des moisissures.
- La période de trempage, les nutriments et la lumière en ont une certaine influence.

(Roger Sneath et Felicity McIntosh, Octobre 2003)

## VI- Les différentes techniques :

Il y a deux catégories d'hydroponie :

**1- Hydroponie passive :** qui utilise la capillarité pour faire remonter la solution nutritive aux racines. Une mèche absorbe la solution et la transporte jusqu'aux supports et racines. Dans ces systèmes, les supports (substrats) demeurent très humides, avec pour inconvénients une perte de rétention d'air et une absorption ralentie des nutriments par les racines.

**2- Hydroponie active :** qui utilise divers systèmes d'irrigation pour apporter la Solution nutritive aux racines :

### a- L'irrigation goutte à goutte :

La solution nutritive, contenue dans un réservoir central est acheminée à la goutte à goutte, « poussée par une pompe dans des tuyaux (tuyaux spaghettis) » ou anneaux situés au pied de chaque plante. Une fois drainée par le support, la solution est recueillie et retournée dans le réservoir pour être recyclée après avoir été ré-oxygénée à l'aide d'une pompe à air.

### b- Les systèmes d'inondations (tables à marée, ebb and flood) :

Les systèmes d'inondations sont basés sur l'alternance du remplissage et du drainage. La solution nutritive est pompée d'un réservoir central jusqu'au substrat de culture pour l'inonder temporairement (1 à 30 min / jour ; variable selon les systèmes, le type de plante cultivée ou de la taille des plantes...). A l'arrêt de la pompe, un labyrinthe de rigoles draine la solution qui se déverse dans le réservoir, créant un appel d'air riche en oxygène en contact avec les racines.

### c- Les systèmes NFT (Nutrient Film Technic : technique sur film nutritif) :

Apparus plus récemment, ils se révèlent très performants, produisant une croissance des plantes très rapides et plus complexe. Les plantes, soutenues par le haut à l'aide de fils, sont placées sur une natte absorbante posée sur le fond du plateau. La solution nutritive coule par gravité 24 / 24h, humectant au passage les racines, avant de s'écouler dans le réservoir. Avec ce système, les racines reçoivent suffisamment d'oxygène pour absorber la solution nutritive.

Tous les paramètres doivent être parfaitement maîtrisés. En cas de panne d'électricité ou d'interruption du flux de la solution, les plantes, sans support de culture, s'assèchent rapidement et meurent.

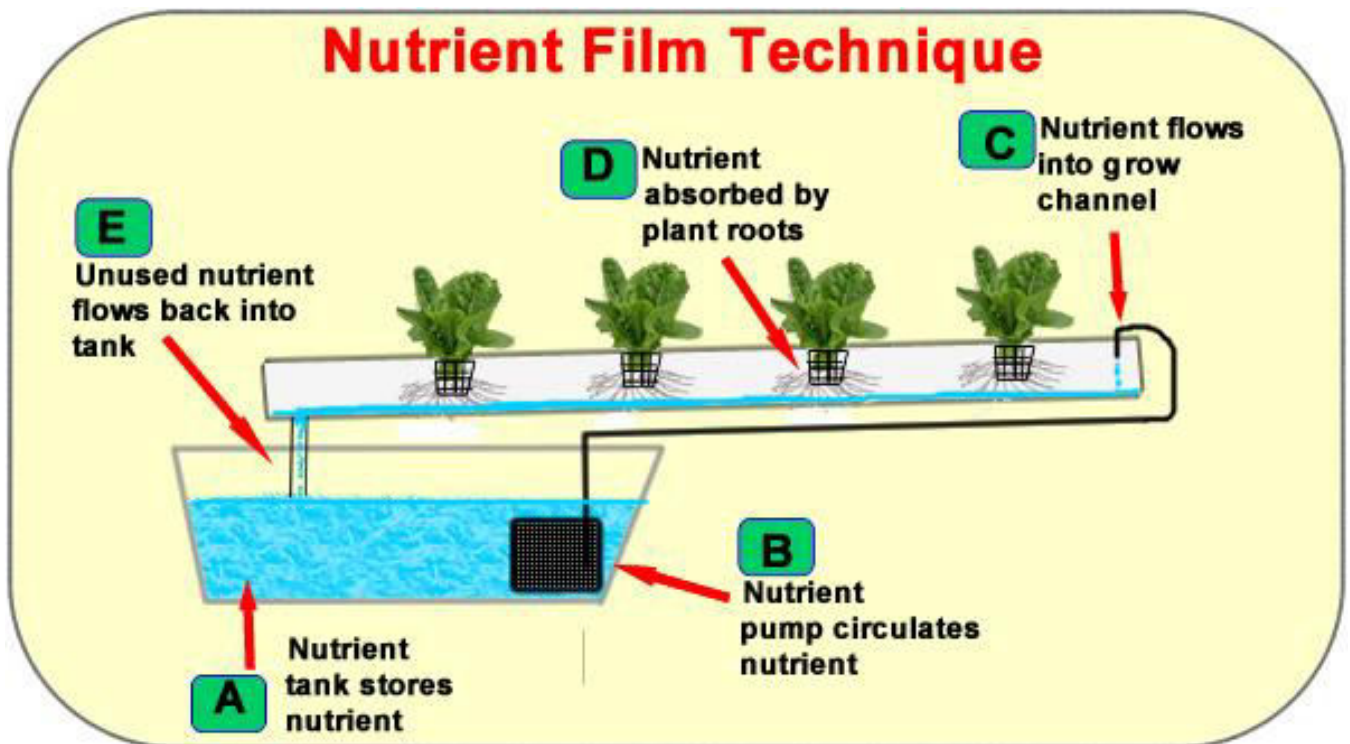


Photo 11 : technique sur film nutritif (NFT). Google 2016 anonyme 10

### d- Les systèmes aéroponique :

Ces systèmes n'en sont encore qu'au stade expérimental et sont peu répandus. Cette technique de culture hors sol est la plus sophistiquée en partie à cause des coûts de départ assez prohibitifs (réservoirs, chambres d'aspersion, pulvérisateurs, ect). Ils permettent cependant une croissance phénoménale.

Les racines des plantes pendent tout simplement dans le vide (ils ne sont en contact ni avec un milieu solide, ni même avec un milieu liquide. Elles sont alimentées par un



brouillard nutritif obtenu par brumisation de la solution nutritive dans un milieu fermé dans une chambre d'aspersion obscure, dans laquelle l'humidité persiste aux alentours de 100%.

La solution nutritive est pulvérisée sur les racines à des intervalles réguliers. Les racines sont constamment exposées à l'oxygène, ce qui leur permet d'atteindre un potentiel d'absorption optimal. Ce système exige précaution et maîtrise en cas de panne d'une pompe, les plantes, exemptes de support de culture, meurent rapidement. Si le PH ou la solution varie, aucun support ne fera tampon. (ANDREW. 2012).

### VII- Les Chambres de la Culture Hydroponique :



Photo12 : Hangar hydroponique vu de l'extérieur. (Carruthers, 2003)





Photo 13 : Hangar hydroponique vu de l'intérieur. (NZ MerinoCompany, 2011)



Photo14 : chambre de fourrage



Photo 15 : fourrage vert hydroponique en

|                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                               |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| hydroponique. Google 2016 anonyme 11                                                                                                                         | Algérie. Google 2016 anonyme 12                                                                                                                               |
|  <p>Photo 16 : chambre de fourrage hydroponique. Google 2016 anonyme 13</p> |  <p>Photo 17 : chambre de fourrage hydroponique. Google 2016 anonyme 14</p> |

### VIII- Les Avantages et Inconvénient de la technique :

#### 1- Les avantages :

L'orge fourragère cultivar offre pour l'animal sous la forme d'herbes fraîches avec ses racines et le reste des pilules ne germent ou lorsque la partie n'a pas été exploitée par les titres sont donc l'ensemble de la nourriture et indésirable par les animaux (lapins, moutons, chèvres des bœufs, des chevaux Ebel) et aussi de grands oiseaux (canards Oz autruche) sont également placés proportions de volaille limitée.

Nourrissez vitesses digestibles le processus du métabolisme et maintient le taux ph rumen, élevé digérer l'orge cultivar lorsque l'animal, et donc une augmentation de l'animal, il bénéficie taux, la facilité de la digestion de l'orge cultivar et donc ne provoque pas de gonflement ou de l'indigestion quand les animaux atteignent digérer le rapport orge cultivar à 95%, en hausse taux de conversion à 80%, la valeur nutritive plus élevée de l'orge cultivar il est donc une valeur nutritive très élevée.

L'orge est utilisée comme valeur nutritive élevée nourrir, contenant 18% de protéine.

Contient des enzymes naturelles améliorent La capacité de l'animal à digérer et à convertir la cellulose (herbes grossières) et tirer le meilleur parti de ces levures qui augmentent également les acides aminés et protéines produites par des bactéries immédiatement à l'intérieur du rumen.

Il renforce le système immunitaire de l'animal, il contient de la vitamine D, succinate et tocophérol, ce qui empêche l'oxydation et à développer des globules blancs

Une augmentation de la sécrétion du lait comme l'herbe verte sous les glandes pituitaires d'animaux sur la sécrétion de l'hormone prolactine est responsable de la sécrétion du lait de 40% de plus que l'aliment sec avec celui qui fonctionne pour augmenter la production de viande pour atteindre le taux de conversion quotidienne à un kilo et demi dans les mollets, ainsi que pour améliorer les propriétés de la viande dans couleur et le tissu.

Elle contribue à améliorer les caractéristiques génétiques de l'animal qui en fait un taux de fécondité élevé et atteint la puberté rapidement et toiletté que les femelles pour donner naissance à deux lits.

Réduire les dépenses sur les aliments concentrés de plus de 50% (moindre coût de 700 dinars pour une vache par jour à 300 dinars).

La disposition des voies terrestres en cas de besoin pour produire un tonne fourrage vert 30 mètres carrés au lieu des normales de 250 hectares de méthodes de plantation et ainsi de suite tout au long de l'année et à tout moment donné à notre climat. Plutôt que d'être utilisé pour les animaux de plus en plus à manger est exploitée pour la culture de ce qui est utile pour la consommation humaine, tels que les légumes et les fruits.

L'eau d'irrigation pour fournir 85% des méthodes traditionnelles en cas de besoin pour produire une tonne de 500 litres d'eau.

L'orge hydroponique produit sécurité naturel à 100% sans hormones et de produits chimiques, où le produit est exempt de produits chimiques et de pesticides, fournissant ainsi le prix des engrais organiques et chimiques pour la non-utilisation de l'orge d'élevage.

Le jour est produit toute l'année avec facilité et confort quelles que soient les conditions météorologiques et les facteurs climatiques.

La fourniture de la main-d'œuvre comme l'orge d'élevage chambres vertes ne nécessitent pas un grand travail

Accroître la productivité de l'éleveur à la limite supérieure avec un effort minimal.

Oubliez d'attente pour la saison de pluie ou de l'humidité du sol à voir avec l'agriculture.

Pas besoin de lignes d'irrigation et la charrue coaxiale les champs et les mitrailleuses.

Nous possédions une ferme pour la production de nourrir vos animaux petits espaces sans avoir à acheter le terrain pour la mise en place de projets.

Le maintien des stocks d'eau souterraine menacée par les cultures traditionnelles et les drains au max.

### **Nourrir l'orge cultivar**

Des études indique que la proportion de l'alimentation quotidienne de l'animal soit à un taux de 2% du poids + un kilogramme d'aliment concentré dans le sens que les bovins pesant 300 kg a besoin de 7 kg de charge quotidienne

Celui qui troupeau d'engraissement, il a 40% à 50% du cultivar d'orge et le reste du repas se compose d'aliments traditionnels

Mères Troupeau nécessaires 75% du cultivar d'orge et le reste du repas se compose d'aliments traditionnels

Et à cause de la baisse du coût de l'orge cultivar qui réduit l'hypocrisie sur le bétail à un taux d'environ 70% du coût des aliments pour animaux

Le coût de l'alimentation d'une tonne = environ 5000 Da assez 50 vaches ou Apple ou 500 moutons ou de chèvre et d'innombrables lapins.

### **2- Les inconvénients :**

- On assiste à une importante perte en matière sèche suite à la respiration et au métabolisme de la plante et donc de la valeur nutritive de l'orge de départ.
- Par ailleurs aucune augmentation de la biomasse n'a été enregistrée du fait que la photosynthèse s'installe au-delà de la première semaine.
- De ce fait la culture de l'orge en vert parait peu intéressante surtout qu'elle est très exigeante aussi bien en main d'œuvre (pour la culture, la manipulation et le nettoyage des plateaux et de l'installation) qu'en énergie (lumière, Climatisation du bâtiment, eau...) et en investissement (aménagement et l'équipement de la Chambre de culture).
- Par ailleurs la verdure ainsi produite est très sensible au développement des champignons qui peuvent être nuisibles aussi bien à la culture qu'aux animaux qui vont consommer la verdure.

- Le principal inconvénient des cultures hydroponiques et le cout considérable de l'installation nécessaire.
- Les plantes doivent être surveillées en permanence au niveau de leur température, de la lumière, de leur pH et de leur teneur en sodium.
- Du fait des lampes à chauffer indispensables, la consommation en énergie est plus importante.
- Toutes les variétés de plantes ne sont pas adaptées à ce type de culture et peuvent se révéler fade avec pas ou peu de saveur.
- D'autres parts, la culture hydroponique exige un emploi important en matières plastiques : bâches, tunnels, poches à substrat etc. L'excédent d'eau rejeté par le substrat n'est pas renvoyé dans les nappes phréatiques.

**Conclusion**

## **Conclusion :**

L'orge hydroponique est un aliment de qualité, produit à faible cout, répondant aux besoins nutritifs des animaux à production laitière et de viande. IL peuvent servir également à une alimentation d'appoint des oiseaux volailles, des chevaux.....

Le cout et le niveau de production, la qualité nutritive du fourrage, la disponibilité régulière et suffisante du fourrage quelles que soient les conditions climatiques, l'absence totale d'effets néfastes sur l'environnement et la restriction de la surface productive (limitée) devraient amener nécessairement les éleveurs de bovins laitiers à recourir à l'usage la production de fourrage hydroponique.

L'hydroponie, en tant que système de production à haut rendement, si elle venait à être vulgarisée et soutenue par les pouvoirs publics au même titre que l'ensemble des filières dites stratégiques, connaîtrait un essor considérable.

# Références



## Références bibliographique

**VIGNOLA R, (2002)** « Science et technologie du lait, transformation du lait. Ecole polytechnique de Monterial, Qubec, 600p. »

**WATTIAUX, (1997)** « Guide technique laitière : lactation et récolte du lait. Institut babcook pour la recherche et développement international du secteur laitier. »

**JACQUES M, (1998)** « Ecole nationale des industries du lait et des viandes de la Roche sur Foron. Lavoisier Tec et Doc, Paris, 220p. »

**ALAIS C, (1984)** « Science du lait Principes des techniques laitières. Paris, Sepaie 4(((Edition, 814p. »

**TREMOLIERE J, (1984)** « Manuel d'alimentation humain, les aliments, Ed ESF Paris. »

**TUKER H.A; 1989:** Photoperiodic influences on milk production in dairy cows. In "Recent advances in animal nutrition- 1985". W. HARESIGN, D.J.A COLE ed. BUTTER WORTHS, 211-221.

**PHILIPS C.J.C ET SCHOFIELD S A; 1989:** the effect of supplementary light on the production and behaviour of dairy cows. Anim. Prod, 48, 293-303.

**PETIT CLERC D., CHAPIN L. T., EMERY R. S., TUKER M. A; 1984:** body growth, growth hormone, prolactin and puberty repense to photoperiod and plane of nutrition in Holstein heifers'. ANIM. Sci, 1984; 57n°4, 892-898.

**FERROUK M ; 1987 :** La gestion zootechnique des troupeaux bovins laitiers. (Thèse pour l'obtention de titre de maître es sciences vétérinaires de l'école national vétérinaire de lyon.

**OLIVE ; 2001 :** (observation des filières lait et viandes rouges) l'institut technique des élevage, éléments de réflexion sur la filière lait en algerie. Août 2001.

**DELAGE J ; 1969 :** format des vaches laitières. Rev. Med .vet.120 n°2, 159-167.

**DELOUIS.C ; 1983 :** équilibre endocrinien et production laitière. Bull.Tech CRZV Theix INRA, 53,27-36.

**HICKMAN G.G; 1973:** Herd level methods forage adjustments of milk yields. J Dairy sci, 56 n°7? 947-951.

**LITTLE W, KAY R.M; 1979:** The effects of rapid rearing and early calving on the subsequent performance of dairy cows. Anim. Prod, 29, 135-142.

**REMOND B; 1987:** « Le lait matière première de l'industrie laitière ». Influence du stade de lactation et de l'âge sur la composition du lait. Ed. INRA. CEOIL, 1987, 151-157.

**LESCOURRET F, COULON J.B; 1994:** Modelling the impact of mastitis on milk production by dairy cows. J. Dairy Sci, 77.

**HAMADACHE A.** (2001): "les ressources fourragères actuelles en Algérie. Situation et possibilité d'amélioration", In **AMRANI O.** (2006) : Valeur nutritives du charbon marie (silybum Marianum(1) Gareth) "tawra", thèse de magister, Batna, 70p.

**KACIMI EL HASSANI S.** (2013) : " La Dépendance Alimentaire en Algérie: Importation de Lait en Poudre versus Production Locale, Quelle Evolution? ", Mediterranean Journal of Social Sciences MCSER Publishing, Rome-Italy, Vol 4 No 11, 152-158 E-ISSN 2039-2117, ISSN 2039-9340.

**ADEM R.** (2013) : Les ressources fourragères en Algérie :déficit structurel. Analyse du bilan fourrager Pour les années 2001-2012/2011, institut technique des élevages département syfel. Tizi Ouzou.

**BOUZIDA S ; GHOZLANE F ; ALLANE M ; YAKHLEF H ; ABDELGUERFI A.** (2010) : " Impact du chargement et de la diversification fourragère sur la production des vaches laitières dans la région de Tizi-Ouzou (Algérie)", Fourrages 204, 269-275.

**BEKHOUCHE-GUENDOZ N.** (2011) : Evaluation de la Durabilité des Exploitations Bovines Laitières des Bassins de la Mitidja et d'Annaba, Thèse de doctorat Ecole Nationale Supérieure Agronomique d'Alger (ENSA), 254p.

**MADANI T ; MOUFFOK C ; FRIQUI M.** (2004): "effet du niveau de concentré dans la ration sur la Rentabilité de la production laitière en situation semi-aride algérienne", Renc. Rech. Ruminants, 11, p 244.

**THE NEW ZEALAND MERINO COMPANY.** (2011): "Hydroponic Fodder Production".18.

**TAKSIR G.** (1996) : "Culture Hydroponique" in Les echos du Chanvre / N°4, 10- 11, 1ère partie.

**HIDROPONICS MEXICAN ASSOCIATION.** (2012) : "PRACTICAL HYDROPONICS & GREENHOUSES". <http://hidroponia.org.mx/practical-hydroponics-greenhouses>

**STRAUMIETIS M.** (2008) : "The History of Hydroponics throughout the Ages", in Article base. <http://www.articlesbase.com/gardening-articles/the-history-of-hydroponics-throughout-the-ages-405950.html>

**ROGER SNEATH et FELICITY McINTOSH (October 2003):** Review of Hydroponic Fodder Production for Beef Cattle, in Project number NBP.332, p7-22, p26-28.

**MERINO NZ (October 2011):** An Analysis of the Practical and Commercial Opportunity, p4-9.

**JASON BLOM (2012):** Hydro, Desert Heritage Magazine, p229-230.

**ANDREW S.** (2012) : " What is Hydroponics? ", Hydrocentre section 1, 26. [www.hydrocentre.com.au](http://www.hydrocentre.com.au).

**JOSEPH MOONEY (2002):** Growing cattle feed hydroponically,Australian Nuffield Farming Scholars Association, p9-19.

**WILLIAM TEXIER (2013):** L'Hydroponie pour tous, mama edition.

**INTISSER FAYER ADEL ESHTAYEH (2004) :** A new source of fresh green feed (hydroponic barley) for A was sheep, University of Jordan, p6-11.

**Aubrey Ortiz, Hilary Rotatori, Liz Schreiber, George von Roth (2009):** Hydroponic Farming in Mahasarakham.

