

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Université Abdelhamid
Ibn Badis-Mostaganem
Faculté des Sciences de la
Nature et de la Vie



جامعة عبد الحميد بن باديس
مستغانم
كلية علوم الطبيعة والحياة

DEPARTEMENT D'AGRONOMIE

MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Présenté par

GOUDJIL Ilhem

DJIDI ZAHIA

Pour l'obtention du diplôme de

MASTER EN AGRONOMIE

Spécialité: Amélioration des Productions Végétales

THÈME

**Effet de la fertilisation sur la croissance et la production
du *Moringa oleifera*
Zone d'étude .Djanet-al-Arif Mostaganem.**

Devant le Jury

Président : Dr. GHOULAMALLAH Amine MC(A) U. Mostaganem

Examineur : Dr. TADJA MC(A) U. Mostaganem

Encadreur : Dr. Djamel LABDAOUI MC(B) U. Mostaganem

Année universitaire : 2020/2021

Remerciement

Avant tout, nous remercions Dieu le tout puissant de nous avoir guidé toutes ces années d'études et de nous avoir donné la santé, la volonté, la patience afin de pouvoir accomplir ce modeste travail.

En premier lieu, nous remercions tout particulièrement notre encadreur :

Dr. ABDAOUI Djamel Professeur de l'Université Abd al-Hamid Ibn

Badis mostaganem pour l'encadrement qu'ils nous assuré leur orientations, et leurs conseils judicieux et avisés, a l'aide qu'il nous a donnée. Nous remercions aussi Dr. président GHOULAMALLAH

Amin, pour avoir accepté de présider le jury. Nos remerciements vont à

Dr. TADJA pour avoir accepter d'examiner notre travail.

Mes sincères remerciements à monsieur Ahmed, directeur de la Fondation méditerranéenne du développement durable Djanatu-al-Arif Mostaganem, de nous avoir fait l'honneur d'accepter de présider le jury et pour son aide et ses conseils tout le long de la réalisation de ce travail

Nous profitons de cette occasion pour remercier l'ensemble des Professeurs qui ont contribué a notre formation et ainsi tous ceux qui ont participé de près ou de loin a la réalisation de ce travail.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail :

À mes chers parents (lah yrhamhom)

A mes belles sœurs (Amina, Fatima, Rekaia, Fatiha, Zineb, Zahra)

A mon oncle M.Hamadouche mansour

A ma belle Manel

A ma belle Houria

À mon binôme Goudjil Ilham

*A mes amis (es) et mes collègues et à tous ceux qui me sont chers et
proches.*

Merci d'être toujours là pour moi.

ZAHIA

Dédicace

Je dédie ce modeste travail :

À mes chers parents

A ma belle sœur Imane

A mon frère mahdi

A ma chère amie chourouk

À mon binôme Djidi Zahia

*A mes amis (es) et mes collègues et à tous ceux qui me sont chers et
proches.*

Merci d'être toujours là pour moi.

ILHEM

Liste des abréviations

N : Azote.

P : Phosphore.

K : Potassium.

TG : Taux de germination.

T : Traitement.

Fig : Figure.

Liste des figures

Figure 01	La répartition géographique de <i>Moringa oleifera</i> L. au monde.....	01
Figure 02	<i>Moringa oleifera</i> L.....	02
Figure 03	Racines de <i>Moringa</i>	03
Figure 04	Feuilles de <i>Moringa oleifera</i> L.....	03
Figure 05	Fleurs de <i>Moringa oleifera</i> L.....	04
Figure 06	Les graines de <i>Moringa oleifera</i> L.....	04
Figure 07	Facteurs influençant la germination d'une graine.....	18
Figure 08	Courbe de germination exprimant les pourcentages de germination en fonction du temps.....	19
Figure 09	Courbe théorique des étapes de germination d'une semence.....	21
Figure 10	Situation géographiques de La wilaya de Mostaganem	29
Figure 11	Fondation Méditerranéenne du développement durable Djanatu-al-Arif...	30
Figure 12	Les graines de <i>Moringa oleifera</i> L.....	31
Figure 13	Sac d'engrais NPK 12 42 10.....	32
Figure 14	Sachet en plastique (polyéthylène).....	32
Figure 15	Terreau.....	32
Figure 16	Fumier organique.....	33
Figure 17	Arrosoir.....	33
Figure 18	Figure présenter la méthode de semis les graines du <i>Moringa Olifeiera</i> L dans les sachets.....	34
Figure 19	Application des engrais.....	36
Figure 20	Les graines de <i>Moringa</i> germées (date de germé 28/04/2021).....	37
Figure 21	Courbe de Taux de germination des graines de <i>Moringa oleifera</i> L.....	38

Figure 22	Hauteur de tige de Moringa avant les engrais.....	39
Figure 23	Hauteur de tige du Moringa après les engrais.....	40

Liste des tableaux

Tableau 01	Classification stématique de <i>Moringa oleifera</i>	02
Tableau 02	Composition moyenne des feuilles de <i>Moringa oleifera</i>	10
Tableau 03	Composition de l'huile de <i>Moringa</i>	11
Tableau 04	Composition en acides aminés (en g/16 g N) du tourteau de <i>Moringa</i> , avant et après extraction.....	12
Tableau 05	Composition en éléments nutritifs de la fleur de <i>Moringa</i>	13
Tableau 06	Comparaison de quelques performances zootechniques des bovins avec une alimentation à base ou sans <i>Moringa</i>	14
Tableau 07	Caractéristiques de quelques engrais minéraux (Moughli , 2000).....	26
Tableau 08	Calendrier d'application des engrais dans les traitements.....	36
Tableau 09	Nombre des graines germées.....	37
Tableau 10	Taux de germination.....	38
Tableau 11	Hauteur de la tige du <i>Moringa</i> (25 Avril- 31Mai).....	39
Tableau 12	Nombre moyenne des talles des plantes avant et après les engrais.....	41

SOMMAIRE

Remerciement	
Dédicace	
Liste des abréviations	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Résumé	
Introduction	

REVUS BIBLIOGRAPHYQUE

Chapitre I :Moringa Oleifera L

I.1.Généralités sur <i>Moringa oleifera</i> L.....	01
I.2.Origine, nomenclature et systématique de la plante Moringa Oléifèra.....	01
I.3.classification.....	02
I.4.Description des différentes parties de la plante.....	02
I .4.1.L'Arbre.....	02
I.4.2. Les racines.....	03
I.4.3. Les feuilles.....	03
I.4.4. Les fleurs.....	04
I.4.5. Les fruits et les graines.....	04
I.5.Caractéristiques agro-écologiques et climatiques nécessaires au développement de la plante.....	05
I.5.1.Altitude.....	05
I.5.2.Température.....	05
I.5.3.Sols.....	05
I.5.4.PH.....	05
I.5.5.Vent.....	05
I.5.6.Besoins en eau de la plante.....	05
I.6. Itinéraire technique de production.....	06
I.6.1. Préparation du sol.....	06
I.6.2. Fertilisation.....	06
I.6.3. Mise en place de la culture.....	06
I.6.4. Entretien.....	07

I.6.5. Irrigation.....	07
I.6.6. Ravageurs et maladies.....	08
I.6.7. Récolte et rendement.....	09
I.6.8. Contraintes de production.....	09
I.7.Valeur nutritionnelle de la plante et composition des différents produits et dérivés.....	09
I.7.1. Composition chimique.....	09
I.7.2.Composition des graines, de l’huile et du tourteau de Moringa.....	11
I.7.3.Composition de la fleur.....	12
I.8.Les principales utilisations de la plante.....	13
I.8.1.Alimentation et nutrition humaine.....	13
I.8.2.Vertus thérapeutiques de la plante.....	14
I.8.3.Cosmétiques et produits de beauté.....	14
I.8.4.Alimentation animale.....	14
I.8.4.1 .Alimentation des bétails.....	15
I.8.5. Importance alimentaire.....	15
I.8.6.Importance industrielle.....	15
I.8.7.Contraintes de production.....	16
I.8.8Commercialisation des produits.....	16
Chapitre II : La germination.	
II.1 Généralité sur la germination.....	17
II.1.1 Définition.....	17
II.1.2 Types de germination.....	17
II.1.3 Morphologie de la germination.....	17
II.1.4 Physiologie de la germination.....	17
II.2 Conditions de la germination.....	18
II.2.1 Conditions internes de la germination.....	18
II.2.2 Conditions externes de la germination.....	18
II.3. Mesure de la germination.....	19
II.3.1. Courbes de germination.....	19

II.3.2. Capacité de germination.....	20
II.3.3. Vitesse de germination.....	20
II.4 Etapes de la germination.....	20
II.5. Dormances des graines.....	21
II.5.1. Définition de la dormance.....	21
II.5.2. Type de dormance.....	21
II.5.2.1. Dormance tégumentaire.....	21
II.5.2.2. Dormance embryonnaire.....	21
Chapitre III : Les engrais.	
III.1.Généralités sur les engrais.....	22
III.1. Définition.....	22
III.2. Les différents types des engrais.....	22
III.2.1. Les engrais organique.....	22
III.2-2- Les engrais minéraux.....	24
2-2-1- Les différents types d’engrais minéraux	24
1. Les engrais simples.....	24
2. Les engrais composés.....	25
III.3-Méthodes d’application des engrais.....	27
III.4-Les effets des engrais sur l’environnement.....	28

REVUS EXPEREMENTALE

Chapitre IV : Matériel et Méthodes.

IV.1.Présentation de la région d’étude.....	29
IV.1. 1.Situation géographiques.....	29
IV.1.2.Site d’étude.....	30
IV.2.Objectif de l’expérimentation.....	30
IV.3. Matériels utilisés.....	30
IV.4.Mode opératoire.....	34
Semis dans les sachets.....	34
IV.5.Paramètres étudié.....	35

Le Taux de germination.....	35
IV.6.Application des engrais.....	35
Chapitre V : Résultats et discussion.	
V.1.Résultats de la germination.....	37
V.2. Résultats de taux de germination.....	38
V.3.Résultats de croissance.....	39
V.3.1.Avant les engrais.....	39
V.3.2.Après les engrais.....	40
V.4.Résultats Général.....	41
Résultats parcellaires.....	42
Conclusion.....	45
Références bibliographiques.	

Résumé

Le *Moringa Oleifera* est considérée comme l'un des arbres les plus utiles au monde, car presque toutes les parties de l'arbre peuvent être utilisées à des fins alimentaires, médicamenteuses et industrielles.

Cette expérimentation a été réalisée au niveau de la Fondation méditerranéenne du développement durable Djanatu-al-Arif Mostagnem. Notre recherche a montré l'influence du NPK sur la croissance et la production de l'espèce en question. L'expérimentation a été réalisée à travers un dispositif en bloc constitué de trois (3) traitements (T0 : sans fertilisation ; T1 : 4 doses de NPK/17jours ; T2 : 8 doses de NPK / 17jours). Chaque traitement a été appliqué sur une ligne de 34 plants. La fertilisation a été faite après 17 jours suite à la germination.

Les résultats ont montré que la hauteur des plants est plus élevée par le NPK. Ces résultats indiquent que le T2 constitue une bonne fertilisation pour la culture en question.

Les mots clés : le *Moringa oleifera* L ; L'engrais de NPK; La Fertilisation ; La germination.

المخلص

تعتبر المورينغا واحدة من أكثر الأشجار فائدة في العالم حيث يمكن استخدام أي جزء من شجرة المورينغا في الغذاء والدواء و الصناعة.

وقد أجريت هذه التجربة على مستوى المؤسسة المتوسطة للتنمية المستدامة -جنة-العريف يظهر بحثنا تأثير سماد)على نمو وإنتاج الأنواع المعينة.

تم إجراء التجربة ككتلة من ثلاثة علاجات (ت0 بدون سماد .ت1 أربع جرعات من السماد .ت2 ثماني جرعات من السماد) تم الإخصاب بعد 17 يوم من الإنبات.

تم تطبيق كل علاج على خط من 34 نبتة تم الإخصاب بعد 17 يوم من الإنبات.

أظهرت النتائج أن ارتفاع النباتات يزداد بالأسمدة.

تشير هذه النتائج إلى أن السماد ت2 هو سماد جيد للمحصول.

الكلمات الدالة : المورينغا , السماد , الإخصاب , الإنبات.

Abstract

Moringa Oleifera is considered to be one of the most useful trees in the world, as almost any part of the Moringa tree can be used for food, medicine and industrial purposes.

This experiment was carried out at the level of the mediterranean foundation for sustainable development djanat-al-arif Mostaganem.

our research has shown the influence of NPK on growth and production of the species in question.

The experiment was carried out through a block device made up of three treatments (T0 : without fertilization ; T1 :4 four dose of NPK /17 days ; T2 :8 eight dose of NPK/17 days) each treatment was applied on a line of 34 plants, fertilization was done after 17 days following germination.

The results showed that the height of the plants is increased by the fertilizer of NPK, these results indicate that T2 is a good fertilizer for the crop in question.

Key words : Moringa oleifera ; NPK fertilizer; Fertilization ; Germination.

Introduction

Introduction

Le Moringa est un arbre reconnu au monde pour ses valeurs économiques, alimentaires, nutritionnelles et médicinales et valorisé pour ses feuilles, son bois, ses fleurs, ses fruits et ses graines (Anwar *et al.*, 2007 ; USAID, 2011). Les semences de cette espèce coûtent très chères et leur production se raréfie de plus en plus du fait de la pression sur les feuilles (Abasse *et al.* 2014). L'une des pratiques de gestion des « vieux » pieds de Moringa dans le système de production est la régénération après la coupe de la partie aérienne.

La multiplication de *Moringa oleifera* peut se faire à l'aide de graines ou de boutures. Le semis direct est possible parce que la plante a un taux de germination élevé. Les graines peuvent être mises à germer toute l'année dans un sol bien drainé. Des boutures d'un mètre de long et d'au moins 4 centimètres de diamètre peuvent être utilisées pour la multiplication végétative.

Le Moringa sert également de fourrage pour les animaux car ses qualités nutritives sont excellentes, ce qui en fait une source de fourrage de très bonne qualité pour les bovins et facilement accessible. Les feuilles sont riches en protéines, en carotène, en fer et en acide ascorbique, et les gousses ont une teneur élevée en lysine, un acide aminé. D'autre part, le Moringa présente le net avantage de produire une grande quantité de matière fraîche à l'unité de surface par rapport à d'autres plantes fourragères. Le Moringa est une source de fourrage particulièrement intéressante tant en termes économiques qu'en termes de productivité, compte tenu des problèmes que connaissent les éleveurs. (Cas de la TANZANIE) (Foidl N., Makkar H.P.S. et Becker K.2001).

Dans ce travail, nous avons étudié l'effet de la fertilisation de NPK sur la croissance et la production de moringa oleifera dans la région de Mostaganem.

Le déficit que connaît l'Algérie en matière de consommation en protéines animales peut s'expliquer par une faible productivité du cheptel, à des systèmes de production très extensifs, des cultures fourragères peu développées et des races locales à faible potentialités bien que bien adaptées au milieu.

Devant ce constat amer, l'Algérie a déboursé des sommes considérables dans des actions de relance de l'élevage à travers l'achat d'animaux et l'aménagement des bâtiments, cependant, ces actions n'ont pas réussi à cause de systèmes inadaptés aux conditions climatiques et écologiques des régions sahariennes.

Partie
Bibliographique
e

Chapitre I :

Moringa oleifera L

Chapitre I : *Moringa Oleifera* L.

I.1. Généralités sur *Moringa oleifera* L. :

Le *Moringa oleifera* Lam. (Synonyme: *Moringa pterygosperma* Gaertner) appartient à la famille monogénérique des arbustes et arbres des Moringaceae qui comprend environ 13 espèces (Foidl *et al.*, 2001). Il est qualifié «d'arbre de vie», «d'arbre miracle» ou plante divine (Fuglie, 2001; Olson, 2001) du fait de ses nombreuses potentialités nutritives, médicinales et industrielles. Il porte différents noms selon les régions : mouroungue, moringa ailé, benzolive, pois quénique et néverdié (pays francophones) ; malunggay ou meilleure amie des mères (aux Philippines), Radish Tree, Never die tree, Drumstick tree, (pays anglophones), ben ailé, noix de behen, moringoa ou moringa, etc. (Boullard, 2001 ; Foidl *et al.*, 2001; Price, 2007).

I.2. Origine, nomenclature et systématique de la plante *Moringa Oléifera* :

Moringa Oléifera est originaire des régions d'Agra et de Oudh, au nord-est de l'Inde, au sud de la chaîne de montagne de l'Himalaya (Meda, 2011).

Cette plante est connue dans 82 pays par 210 noms différents (Amjad *et al.*, 2015), en Inde par exemple c'est l'arbre miracle et en anglais on le connaît sous le nom de Horseradish tree (découlant du goût d'un condiment préparé à partir de ces racines), ou encore appelé drumstick tree (découlant de la forme de ces gousses) ou bien neverdie (qui ne meurt jamais). Au Soudan, il est connu sous le nom de Shagara al Rauwaq qui signifie l'arbre purificateur (Louni, 2009).



Fig. 01: la répartition géographique de *Moringa oleifera* L. au monde (Trees For Life, 2013).

I.3.classification :**Tableau 01** : Classification stématique de *Moringa oleifera* (Laleye et al., 2015)

Règne	Planta
Embranchement	Spermaphytes
Sous embranchement	Angiosperme
Classe	Dicotylédones
Sous classe	Dillenidae
Ordre	Capparidales
Famille	Moringaceae
Genre	Moringa
Espèce	<i>Moringa oléifera</i>

I.4.Description des différentes parties de la plante :**I.4.1. L'Arbre :**

Le *Moringa oleifera* est un arbre de 7 à 8 mètres de haut (Besse, 1996;Mémento de l'Agronome, 2002). C'est une plante à croissance rapide. Il peut, néanmoins, servir de brise-vent. Les branches servent à ériger des clôtures et des haies vives.

L'écorce est lisse, à grosse lenticelle, de couleur gris foncé violacé. Le bois *Moringa* est mou, très tendre et souvent attaqué par les termites. Le bois de *Moringa* donne un très mauvais charbon (séverin, 2002).

**Fig.02** : *Moringa oleifera* L. (www.moringa news.org).**I.4.2. Les racines :**

Les graines de Moringa une fois en terre développent une racine blanche gonflée, tubéreuse qui a une odeur piquante caractéristique dotée de racines latérales plutôt clairsemées. Les arbres cultivés à partir de graines développent une profonde racine pivotante robuste avec un système à large diffusion composée d'épaisses racines latérales tubéreuses (**Parrotta,2009**).



Fig.03: Racines de Moringa (référence électronique 1)

I.4.3. Les feuilles :

Les feuilles sont tripennées de 30 à 70 cm de long. Les folioles sont ovées (Besse, 1996). Les feuilles comptent 2 à 6 paires de pinnules comprenant chacune 2 à 5 paires de pinnules secondaires, divisées elles-mêmes en 1 à 2 paires de folioles plus une foliole terminale plus grande que les autres (**Mémento de l'Agronome, 2002**). Les feuilles sont caduques



Fig.04 : Feuilles de *Moringa oleifera* L. (**Price, 2007**).

I.4.4. Les fleur :

Après 8 à 12 mois, l'arbre commence à fleurir sur une base continue tout au long de l'année (**Price, 1985; ECHO, 2007**). La floraison exubérante du Moringa fait que celui-ci est considérée comme une plante ornementale. L'inflorescence est en panicule aux fleurs irrégulières. Les fleurs du Moringa sont de couleur blanche tirant sur le crème, délicatement parfumées (**Besse, 1996**). Les fleurs, irrégulières, se composent de 5 sépales et 5 pétales inégaux; 5 étamines et 5 staminodes. L'ovaire a une seule lige et trois placentas pariétaux. Les fleurs attirent les oiseaux et de nombreux insectes butineurs.



Fig.05 : Fleurs de *Moringa oleifera* L. (**Roloff et al., 2009**).

I.4.5. Les fruits et les graines :

La production de fruits commence 6 à 8 mois après la transplantation des plantules. Généralement appelées gousses, les fruits sont en langage botanique des siliques de section triangulaire munies de 3 ouvertures de 20 cm de long et de 2 cm de diamètre (**Besse, 1996**). La capsule a une extrémité aiguë, une surface bosselée, de 30 à 50 cm de long et plus, déhiscente, s'ouvrant en trois valves (**Mémento de l'Agronome, 2002**). Les graines (Figure 5), dont chacune est munie latéralement de trois ailes, sont rondes, noires, empilées sur trois rangées centrales. Elles ont un diamètre de 10 à 12 mm (**Besse, 1996**).



Fig.06 : Les graines de *Moringa oleifera* L. (**Sivanesan et al. 2010**).

I.5. Caractéristiques agro-écologiques et climatiques nécessaires au développement de la plante :

I.5.1. Altitude :

Le Moringa préfère une altitude inférieure à 600 m, mais peut pousser jusqu'à 1200 m dans certaines régions tropicales et a déjà été observé à 2000 m (**Price, 1985; ECHO, 2007**).

I.5.2. Température :

Généralement, le Moringa pousse le mieux dans les régions tropicales chaudes et semi-arides. La plage de température idéale du Moringa est de 25 à 35°C, mais il peut tolérer des températures jusqu'à 48°C pendant de courtes périodes de temps (Price, 1985; ECHO, 2007). L'amplitude des températures saisonnières est très forte : de 38 à plus de 40°C en été et jusqu'à - 1°C en hiver (**Mémento de l'Agronome; 2002**).

.5.3. Sols :

Le Moringa préfère les sols légers, frais et qui ne retiennent pas l'eau. Il pousserait bien également dans les sols rocaillieux et des terres légèrement salées (**Séverin, 2002**). En effet, le Moringa préfère les sols sablonneux ou limoneux bien drainés. Il tolère les sols argileux mais pas l'engorgement du sol.

I.5.4. PH :

Le Moringa tolère une grande plage de pH (de 5 à 9), et pousse assez bien dans les milieux alcalins jusqu'à un pH de 9.

I.5.5. Vent :

Un environnement venteux peut assécher les feuilles de Moringa. Les forts vents peuvent casser les branches et même le tronc de l'arbre

I.5.6. Besoins en eau de la plante :

Le Moringa s'adapte à des précipitations annuelles de 250 à 1 500 mm (**Price, 1985; ECHO, 2007**). Il pousserait mieux dans les régions ayant une pluviométrie annuelle comprise entre 800 à 1200 mm (Séverin, 2002). La pluviométrie annuelle optimale se situe entre 750 et 2 000 mm (**Mémento de l'Agronome, 2002**). Le Moringa est assez tolérant à la sécheresse. Il peut

supporter 6 mois de sécheresse. En cas de sécheresse sévère et prolongée, le *Moringa* perd ses feuilles.

I.6. Itinéraire technique de production :

La production de feuilles de *Moringa* passe par les étapes suivantes: la préparation du Sol, la fertilisation, la mise en place de la culture, l'entretien, le contrôle des ravageurs et la récolte.

I.6.1. Préparation du sol :

Dans le but de faciliter l'enracinement et favoriser le développement et la croissance de la plante, il est important de défricher et nettoyer le terrain si nécessaire. Ensuite, effectuer un labour et hersage de 30 cm de profondeur si la densité de plantation est forte, si non, des trous de 30 à 50 cm de profondeur et 20 à 40 cm de largeur sont creusés et remplis de fumier avant le semis ou la transplantation (**De Saint Sauveur et Broin, 2010**).

I.6.2. Fertilisation :

Les besoins en nutriments peuvent être satisfaits par apport de fumure organique ou minérale selon les objectifs de production. Selon (**De Saint Sauveur et Broin, 2010**). Le *Moringa* peut produire des quantités importantes de feuilles lorsqu'il reçoit des apports organiques suffisants.

De plus, l'application de la fumure organique comme fumure de fond est conseillée pour une production biologique. La dose à l'hectare varie en fonction de la densité de semis et selon (**Foidl et al, 2001**). Elle est de 6t/ha pour une densité de 1000000 plants/ ha. En plus des nutriments apportés, la fumure organique améliore la structure du sol. C'est pourquoi elle doit être appliquée d'abord avant le semis. Ensuite, elle peut être apportée comme fumure d'entretien au moins une fois par an (**De Saint Sauveur et Broin, 2010**).

I.6.3. Mise en place de la culture :

M. oleifera se multiplie soit par semis des graines à 2 cm de profondeur (**Kokou et al, 2001**), soit par bouturage. Le semis direct est conseillé pour la monoculture à haute densité(10 x 10 cm), tandis qu'en culture associée, la transplantation peut être préférée dans certains cas (2 à 5 m entre les plants et les rangées). La saison des pluies et la saison sèche fraîche sont les périodes favorables au semis des graines selon (**Jahn, 2003**). La densité de plants à l'hectare dépend des objectifs de production. La production de feuilles se fait soit en monoculture où la

densité des plants à l'hectare est élevée jusqu'à 1 000 000 de plants/ha) selon **(Foidl et al, 2001)**. Soit en agroforesterie.

La production par bouturage permet d'avoir des plantes à croissance rapide mais développant un système racinaire superficiel qui les rend sensibles au stress hydrique et au vent. Les boutures de 45 à 150 cm de long avec un diamètre de 4 à 16 cm doivent être prélevées sur un arbre d'au moins un an et laissées à l'ombre pour sécher pendant au moins trois jours avant d'être plantées.

I.6.4. Entretien :

Après l'installation de la culture, certaines pratiques sont nécessaires pour favoriser le développement des plants. Il s'agit du démariage, des désherbages et des sarclages manuels pour éliminer les mauvaises herbes mais aussi de l'application de pesticides pour protéger les plantes des insectes ravageurs. Il existe également la taille d'entretien qui est la pratique culturale la plus importante dans la production de feuilles de *Moringa*. Elle consiste à sectionner la tige principale à 10 cm de son sommet lorsqu'elle mesure 60 cm de haut ainsi que les ramifications lorsqu'elles atteignent 20 cm (**www.moringanews.org**). Cette pratique confère à l'arbre une forme buissonnante. Elle a les mêmes objectifs que le pincage qui, selon **(De Saint Sauveur et Broin, 2010)**. Consiste à pincer le bourgeon terminal de la tige centrale lorsque la plante a une hauteur de 0,5 à 1 m et les branches secondaires sont également pincées. Toutes ces pratiques facilitent la récolte des feuilles et offre à la plante une certaine résistance aux vents violents.

I.6.5. Irrigation :

L'irrigation est indispensable pour une production de feuilles continue en saison sèche. Une étude menée au Niger par **(Gamatie et De Saint Sauveur, 2005)**. A montré que la combinaison de l'irrigation et de la fertilisation permet de faire 18 récoltes par an. Cependant, en saison pluvieuse, la culture de *Moringa* ne nécessite pas d'irrigation **(De Saint Sauveur et Broin, 2010)**. Aussi, selon ces auteurs, tout système d'irrigation peut convenir: tuyau d'arrosage, arrosoir, asperseur, goutte à goutte. Cependant l'étude de **(Méda, 2011)**. A montré que la méthode d'irrigation goutte à goutte donne les meilleures performances agronomiques et par conséquent le meilleur rendement. Il est le moins coûteux pour la production des feuilles fraîches. Le temps favorable à l'irrigation se situe dans la matinée très tôt, la soirée ou la nuit pour éviter les pertes par évaporation. Les besoins en eau selon les zones climatiques sont donnés par **(De Saint Sauveur et Broin, 2010)**.

- En zone soudanienne, la production de feuilles est possible toute l'année sans irrigation, toutefois une baisse de production est observée en période sèche comme dans la région des cascades où se déroule la présente étude.
- En zone sahélienne, l'irrigation se fait durant toute l'année (tous les jours en saison sèche, deux ou trois fois par semaine en saison humide).
- Quant à la quantité d'eau nécessaire, elle varie selon la période de l'année et est donnée par **(Olivier, 2004)**. Au nord du Sénégal.
- Hivernage (mi-juillet à octobre) : 72 000 litres/ha/jour, à raison d'une heure d'arrosage avec une pression d'un bar.
- Période sèche (novembre à mi-juillet) : 108 000 litres/ha/jour, à raison d'une heure et demie d'arrosage avec la même pression.

I.6.6. Ravageurs et maladies :

Les sauterelles, criquets, chenilles et les termites constituent les principaux ravageurs. Ces insectes mordent et mangent des parties de la plante entraînant de ce fait la destruction de feuilles, bourgeons, fleurs, pousses, fruits ou graines ainsi que l'interruption du flux de sève. Ces attaques sont surtout fréquentes en début de saison sèche lorsque les organes verts et tendres sont rares. La meilleure solution est de couper les arbres pour ne laisser aucune partie verte **(De Saint Sauveur et Broin, 2010)**. En plus de cette méthode, il existe des moyens de lutte biologique pour contrôler ces insectes. Selon **(De Saint Sauveur et Broin, 2010)**, la lutte biologique peut se faire par application de tourteaux de graines de *Azadirachta indica* (neem) dans le sol; de feuilles de ricin, d'écorces d'acajou, de feuilles de *Mefia azedarach* à la base du tronc; de tas de cendres à la base des plantes et par la fabrication de pièges à termites avec des canaris remplis de paille humide, de terre et autres déchets végétaux. Parmi les maladies, les mêmes auteurs soutiennent que les maladies fongiques sont de loin les plus sérieuses dans la culture du *Moringa*. Des taches sombres peuvent apparaître sur les feuilles et finir par les couvrir entièrement, ce qui cause le jaunissement de la feuille et sa mort. Ceci est provoqué par les champignons *Cercospora* spp et *Septoria lycopersici*. L'alternariose serait également courante selon **(De Saint Sauveur et Broin, 2010)**. Elle se présente sous forme de taches angulaires brunes noires avec des cercles concentriques, soit par des lésions noires ou brunes sur les branches. L'agent pathogène est *Alternaria solani*, les produits efficaces contre cet agent sont à base de mancozèbe ou de manèbe. Tout comme contre les insectes nuisibles, les extraits de feuilles, de graines de neem ou dans tous les cas les préparations contenant de l'Azadirachtine peuvent également être utilisés pour contrôler les attaques fongiques.

I.6.7. Récolte et rendement :

La récolte peut être manuelle avec un sécateur, une faucille, un couteau ou mécanique avec une faucheuse. La récolte peut se faire en coupant les branches feuillées à une hauteur de 30 cm à 1 m au-dessus du sol, ou en prélevant directement les feuilles sur l'arbre (**De SaintSauveur et Broin, 2010**). Les fruits doivent être récoltés lorsqu'ils deviennent bruns et secs. Les graines sont extraites, mises en sacs et stockées dans un endroit sec. Les branches de *Moringa* étant fragiles, il est déconseillé de grimper dans l'arbre pour récolter des fruits (**De Saint Sauveuret Broin, 2010**).

Le rendement est fortement influencé par la densité de semis, l'irrigation, la fertilisation, le traitement phytosanitaire et l'entretien de la culture. (**Foidl et al, 2001**). A obtenu le maximum de feuilles vertes avec une densité d'un million de plants à l'hectare. (**Vijayakumar et al,2000**). Cités par (**Rajangam et al, 2001**). Ont constaté que le pincement précoce des points de croissance à 60 jours donne des rendements meilleurs que le pincement à 90 jours après le semis. L'irrigation goutte à goutte permet de doubler les rendements des variétés annuelles et un apport de 4 litres/jour permet d'augmenter les rendements de 57% par rapport aux plantations pluviales (**Rajakrishnamoorthy et al, 1994**). Cités par (**Rajangam et al, 2001**).

I.6.8. Contraintes de production :

La principale contrainte de production de *Moringa* est liée à sa grande diversité Génétique. Le *Moringa* est en effet un arbre à pollinisation croisée, ce qui entraîne une très forte hétérogénéité de formes et de rendements à l'intérieur de chaque espèce (**De Saint Sauveur, 2001**). En Tanzanie et au Nicaragua, l'hétérogénéité occasionne des coûts élevés car certains arbres doivent être arrachés et d'autres sont éliminés par la compétition naturelle des plants plus vigoureux (**De Saint Sauveur, 2001**). La solution à la contrainte engendrée par la grande variabilité des rendements et de ses composantes consiste donc à maintenir une variété génétiquement pure (**Rajangam et al, 2001**).

I.7.Valeur nutritionnelle de la plante et composition des différents produits et dérivés

I.7.1. Composition chimique :

La valeur nutritive des feuilles de *Moringa* est d'une richesse rarement observée. En effet, les feuilles contiennent une très grande concentration de vitamines, de protéines, de certains minéraux et, phénomène assez rare pour une plante, elle possède les 10 acides aminés et les acides gras essentiels (**Broin, 2005**). En effet, la teneur en ces éléments est élevée pour 100 grammes de matière sèche (le tableau n°02 montre clairement cette appréciation).

Tableau 02: Composition moyenne des feuilles de *Moringa oleifera*

Données pour 100 grammes de matière sèche			
composition globale		Acides aminés (mg)	
Calories (kcal)	300	Arginine	1600
Protéines (g)	25	Histidine	530
Glucides (g)	40	Isoleucine	1140
Lipides(g)	8	Leucine	2050
Minéraux (g)	12	Lysine	1200
Fibres (g)	15	Méthionine	370
Teneur en eau	75%	Phénylalanine	1400
		Thréonine	1080
Minéraux (mg)		Tryptophane	580
Calcium	2100	Valine	1400
Cuivre	1	Acide aspartique	1670
Fer	27	Acide glutamique	2470
Potassium	1300	S érine	840
Manganèse	405	G ycine	960
Phosphore	310	Alanine	1260
Manganèse	8	Proline	1230
Soufre	740	Tyrosine	910
Sélénium	2,6	Cystéine	360
Zinc	2,6	Acides gras	
Molibdène	0,5	C 16 :0	530
Sodium	100	C 18 :0	70
Vitamines		C 18 :1	60
Vitamine A (UI)	14300	C 18:2	170
Vitamine C(mg)	850	C 18:3	1140

Source (Broin, 2005).

I.7.2.Composition des graines, de l'huile et du tourteau de Moringa :

La graine, quant à elle, fournit aussi une huile qui se rapproche d'une huile supérieure comme l'huile d'olive. L'huile des graines de Moringa contient environ 13 % d'acides gras saturés et 82 % d'acides gras insaturés, l'huile de Moringa, est particulièrement riche en cet acide et en contient 70 %. La composition détaillée de cette huile de Moringa représente dans le tableau 3(Foidl, Makkar, 2001)

Tableau 03: Composition de l'huile de Moringa

Elément	Composition (%)
Acides gras	95
Saturés	13
	82
	Mono-insaturés
	71,4
	Acide oléique (Omega 9)
	70
	Acide palméoléique
	1,4
	Polyinsaturés
	10,6
	Acide linoléique
	0,88
	Acide linoléique
	0,1
	Acide arachidonique
	3,9
	Autres
	5,72
Autres (protéines,vitamines,minéraux)	Environ 5
TOTAL	100

Source : Calculs à partir de (Foidl, Makkar et Becker, 2001)

Le tourteau est un sous-produit obtenu à partir de la trituration des graines de Moringa. Le tourteau présente une teneur plus élevée en protéine brute (PB) que les amandes, et les protéines sont plus solubles, ce qui suggère que les coagulants protéiques utilisés pour purifier l'eau peuvent aussi être récupérés du tourteau de Moringa. L'huile ainsi récupérée peut être valorisée pour la consommation humaine mais aussi pour d'autres besoins comme l'éclairage ou la lubrification.

Tableau 04: Composition en acides aminés (en g/16 g N) du tourteau de Moringa, avant et après extraction

Acide aminé	Tourteau avant extraction	Tourteau après extraction
Lysine	1,47	1,48
Leucine	5,27	5,84
Isoleucine	3,05	3,49
Méthionine	1,90	2,13
Cystine	4,22	4,72
Phénylalanine	3,97	4,29
Tyrosine	1,50	1,41
Valine	3,47	3,63
Histidine	2,27	2,28
Thréonine	2,25	2,28
Sérine	2,75	2,85
Acide glutamique	19,35	19,63
Acide aspartique	3,97	3,76
Proline	5,52	6,04
Glycine	4,90	4,40
Alanine	3,77	4,05
Arginine	11,63	16,68
Tryptophane	Non déterminé	Non déterminé

Source: (Foidl, Makkar et Becker, 2001)

I.7.3.Composition de la fleur :

La fleur de Moringa est très riche en protéines et en minéraux. Les éléments contenus dans la fleur sont beaucoup plus abondants dans le produit séché que le produit à l'état frais (Ndong et Wade, 2007).

Tableau 05: Composition en éléments nutritifs de la fleur de Moringa

Elément	Composition dans 100 g de produit (fleur fraîche)	Composition dans 100 g de produit (fleur séchée)
Humidité	81,97	-
Protéines (g)	8,64	47,97
Matières grasses (g)	1,14	6,34
Cellulose (g)	0,68	3,79
Cendre (g)	0,29	1,61
Glucide (g)	7,28	40,29
Energie (Kcal)	-	410,10
Ca (mg)	15,76	87,47
Na (mg)	10,14	55,98
K (mg)	57,70	320,04
Mg (mg)	8,55	47,47
Fe (mg)	4,20	23,34
Zinc (mg)	0,15	0,86

I.8. Les principales utilisations de la plante :

Les principaux domaines d'utilisation de la plante Moringa sont les suivants :

I.8.1. Alimentation et nutrition humaine :

Le Moringa est un légume vert parmi les plus grands en taille et les plus vivaces. Il contient des quantités importantes de fer, de phosphore et d'autres éléments nutritifs.

Les poudres de feuille et de graines de Moringa et les feuilles fraîches apportent des protéines et vitamines à l'organisme. Les jeunes gousses sont aussi utilisées sous forme de pois tendre. Une consommation soutenue et régulière de la poudre feuille et d'autres parties de la plante aide à combattre l'anémie.

La graine de Moringa transformée en huile est utilisée pour la cuisson. Le Moringa empêche la malnutrition et apporte des solutions à des maladies qui y sont liées telles que la cécité infantile, les os cassants. Il reconstruit et enrichit le sang anémique (AGROCONSULT, 2016).

I.8.2. Vertus thérapeutiques de la plante :

Le Moringa est utilisé dans : la régulation de la glycémie et de la pression sanguine, l'augmentation de l'énergie et de l'endurance, la lutte contre la constipation et les infections urinaires, le renforcement de l'immunité, l'amélioration de la vision et de la qualité de la peau, la stimulation de la croissance des cheveux et la régulation de l'appétit, le rétablissement de la libido, l'accroissement de la clarté mentale, la réduction des rides et l'amélioration de la digestion(AGROCONSULT,2016).

I.8.3. Cosmétiques et produits de beauté :

Dans le domaine de la cosmétologie, des parties de la plante Moringa, particulièrement les graines (desquelles sortent une huile riche en vitamines A qui aide à bâtir le collagène de la peau, en vitamine C qui réduit les rides et les ridules, en vitamine E et minéraux - potassium, calcium - qui fournissent des propriétés antiseptiques et inflammatoires) sont indispensables dans la fabrication des produits comme le savon pour améliorer la texture de la peau, la pommade et l'huile pour donner une nouvelle allure aux cheveux, etc(AGROCONSULT,2016).

I.8.4. Alimentation animale :

Les feuilles fraîches de Moringa sont utilisées comme aliments pour le bétail (bovins, caprins, ovins, équins, porcins), les lapins et les volailles pour leur fournir des protéines pouvant favoriser leur développement et améliorer leur santé. Les extraits de tourteau issus du Moringa (60% de protéines) peuvent aussi servir à nourrir les animaux. Des expériences réalisées en Amérique centrale montrent que les performances techniques des bovins sont beaucoup plus intéressantes avec une alimentation contenant du Moringa que sans ce produit. Les résultats obtenus sont particulièrement impressionnants à différents niveaux, comme en témoigne le tableau n°6 (AGROCONSULT, 2016). A cet effet une Comparaison de quelques performances zootechniques des bovins avec une alimentation à base ou sans Moringa est comme suit :

Tableau 06: Comparaison de quelques performances zootechniques des bovins avec une alimentation à base ou sans Moringa

	La production de lait	Augmentation du poids en matières grasses	Le poids a la naissance	Naissance de jumeaux
Avec Moringa	10 litres / jour	1,200grs /jour	23-26 kg	13 pour 20
Sans Moringa	7 litres / jour	900grs /jour	20-22 kg	1 pour 50

Source : (référence électronique 3)

Une expérimentation a permis d'évaluer durant deux phases de huit semaines chacune, les performances de croissance de 18 veaux de race Girolando repartis en trois lots de 3 velles et de 3 veaux chacun. Durant la phase I, ces lots sont alimentés respectivement avec des fourrages de *Moringa oleifera* et de *Gliricidia sepium*, et des graines de coton en complément d'une ration de base faite de pâturage de *Panicum maximum* var. C1.

Durant la phase II ces lots sont alimentés de la même façon comme durant la phase I, mais, ils recevaient en plus, une ration alimentaire composée commerciale. Les résultats ont démontré que chez ces bovins, *Moringa oleifera* a permis le meilleur gain de poids vif comparativement à *Gliricidia sepium* et aux graines de coton. Durant la phase I, les gains moyens quotidiens (GMQ) des animaux étaient de 665, 585 et 521 g respectivement dans les lots MO, GS et GC contre respectivement des GMQ de 674, 538 et 621 g enregistrés durant la phase II. L'utilisation des légumineuses fourragères a permis de réduire significativement ($p < 0,05$) les coûts alimentaires qui étaient de 61, 62 et 144 FCFA d'aliment/kg de gain poids vif, respectivement, dans les lots MO, GS et GC durant la phase

I. L'addition de l'aliment composé commercial à la ration de base durant la phase II a multiplié ces coûts alimentaires par 2, 4 et 5 respectivement dans les lots GC, MO et GS sans induire une amélioration significative le gain de poids vif (**HOUNDONUGBO et al, 2012**).

I.8.5. Importance alimentaire

Les feuilles, les fruits, les jeunes tiges, les racines et les fleurs sont consommables et se consomment partout dans le monde. Les feuilles peuvent se consommer fraîches ou en poudre (Broin, 200S) et même associées aux épices comme le piment. Elles peuvent également être préparées en soupe ou en salade selon Foidl *et al.* (2001). Les jeunes gousses vertes peuvent être consommées bouillies comme des haricots. Les graines sèches peuvent être réduites en poudre et utilisées pour assaisonner les sauces tandis que la poudre des racines de jeunes

plants peut servir à relever l'assaisonnement (Foidl *et al.* 2001). Selon le même auteur, les fleurs peuvent également être utilisées comme ingrédient d'une salade.

I.8.6.Importance industrielle

Les graines de *Moringa* contiennent 42% d'huile et le profil de l'acide gras de l'huile démontre qu'elles contiennent 70% d'acide oléique. La teneur en acides gras saturés est de 13%, en acides gras insaturés 82% et celle en acides gras libres varie de 0,5 à 3% (Foidl *et al.*, 2001). L'huile de *Moringa* est donc équivalente sous tous ses aspects à une huile de qualité supérieure telle que l'huile d'olive et présente les mêmes avantages que celle-ci pour la santé (Creighton, 2001).

Grâce à ces propriétés l'huile de *Moringa* peut être utilisée comme lubrifiant dans la machinerie fine comme l'horlogerie pour sa faible tendance à se détériorer et devenir rance et collante (Ramachandran *et al.*, 1980 cités par Foidl *et al.*, 2001). Elle est aussi utilisée comme huile végétale comestible et huile de cuisson, comme huile de qualité dans l'industrie cosmétique et de parfums (Foidl *et al.*, 2001).

I.8.7.Les Contraintes de production

La principale contrainte de production de *Moringa* est liée à sa grande diversité génétique. Le *Moringa* est en effet un arbre à pollinisation croisée, ce qui entraîne une très forte hétérogénéité de formes et de rendements à l'intérieur de chaque espèce (De Saint Sauveur, 2001). En Tanzanie et au Nicaragua, l'hétérogénéité occasionne des coûts élevés car certains arbres doivent être arrachés et d'autres sont éliminés par la compétition naturelle des plants plus vigoureux (De Saint Sauveur, 2001). La solution à la contrainte engendrée par la grande variabilité des rendements et de ses composantes consiste donc à maintenir une variété génétiquement pure (Rajangam *et al.*, 2001).

I.8.8.La Commercialisation des produits

Tous les produits dérivés du *Moringa* sont vendus, mais c'est la commercialisation des feuilles qui est beaucoup plus développée. Selon Bonkougou (2001), au Niger où la commercialisation est organisée, les feuilles sont vendues fraîches ou séchées au soleil, et stockées pour la vente hors saison. Toutefois, une récente étude menée par Gamatie (2005) a montré que les feuilles de *M. oleifera* sont commercialisées au Niger selon trois filières: la filière feuilles fraîches, la filière feuilles cuites et la filière feuilles séchées. Les quantités de feuilles disponibles sur les marchés varient en fonction des saisons entraînant ainsi la variation des prix. Les prix diffèrent également d'un marché local à un marché urbain.

Chapitre II :

La germination

Chapitre II : La germination.

II.1 Généralité sur la germination :

II.1.1 Définition :

La germination est définie comme la somme des événements qui conduisent la graine sèche à germer; elle commence par la prise d'eau et se termine par l'allongement de l'axe embryonnaire (**Hopkins, 2003**). La germination est le passage de la vie latente de la graine à la vie active, sous l'effet de facteurs favorables. Selon **Mazliak (1982)**, c'est un processus physiologique dont les limites sont le début de l'hydratation de la semence et le tout début de la croissance de la radicule. Une semence a germé, lorsque la radicule a percé les enveloppes ou elle est visiblement allongée (**Bewley, 1997**).

II.1.2 Types de germination :

On distingue deux types de germination :

La germination épigée, caractérisée par un soulèvement des cotylédons hors du sol car il y a un accroissement rapide de la tigelle. Le premier entre-nœud donne l'épicotyle, et les premières feuilles, au dessus des cotylédons sont les feuilles primordiales (**Ammari, 2011**).

Tandis que chez les plantes à germination hypogée, les cotylédons restent dans le sol (**Ammari, 2011**).

II.1.3 Morphologie de la germination :

Pour une germination, il faut que la graine s'imbibe d'eau et se gonfle, le tégument se fend et la radicule émerge et s'oriente vers le milieu (sol) selon un géotropisme positif. Ensuite, la tigelle émerge et s'allonge vers le haut (le ciel). Les téguments de la graine se dessèchent et tombent (**Meyer et al. 2004**).

II.1.4 Physiologie de la germination :

La graine se réhydrate et consomme de l'oxygène pour oxyder ses réserves en vue d'acquiescer l'émergence nécessaire. Selon Michel (1997), la perméabilité du tégument et le contact avec les particules du sol conditionnent l'imbibition et la pénétration de l'oxygène. Les réserves de toute nature sont digérées.

II.2 Conditions de la germination :

II.2.1 Conditions internes de la germination :

La maturité : pour qu'une semence germe, il faut qu'elle soit mature et toutes les parties constitutives soient complètement différenciées morphologiquement (Heller *et al.*, 1990).

La longévité : c'est la durée pendant laquelle les semences restent vivantes et gardent leur pouvoir germinatif. La longévité varie selon les espèces et elle dépend des conditions de conservation, d'humidité et de température (Heller *et al.*, 1990).

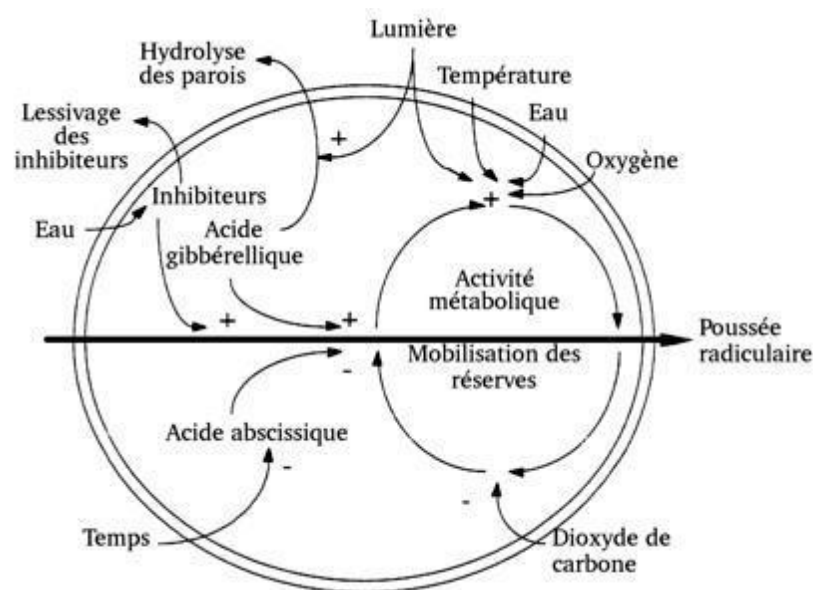


Fig. 07: Facteurs influençant la germination d'une graine (Bouredja, 2014)

II.2.2 Conditions externes de la germination :

La graine exige la réunion de conditions extérieures favorables à savoir l'eau, l'oxygène, la température et la lumière (Soltner, 2007).

L'eau :

Selon **Chaussat et Ledunff (1975)**, la germination exige obligatoirement de l'eau, celle-ci doit être apportée à l'état liquide. Elle pénètre par capillarité dans les enveloppes. Elle est remise en solution dans les réserves de la graine, pour être utilisée par l'embryon, et provoque le gonflement de leurs cellules, donc leur division.

L'oxygène :

La germination exige obligatoirement de l'oxygène (Soltner, 2007). Selon **Mazliak (1982)**, une faible quantité d'oxygène peut être suffisante pour permettre la germination. D'après

Meyer et al. (2004), l'oxygène est contrôlé par les enveloppes qui constituent une barrière, mais en même temps une réserve.

La température :

La température a deux actions : Soit directe par l'augmentation de la vitesse des réactions biochimiques, c'est la raison pour la quelle il suffit d'élever la température de quelques degrés pour stimuler la germination (**Mazliak, 1982**), soit indirecte par l'effet sur la solubilité de l'oxygène dans l'embryon (**Chaussat et al., 1975**).

La lumière :

La lumière agit de manière différente sur les espèces. Elle inhibe la germination des graines à photosensibilité négative et stimule celles à photosensibilité positive (**Anzala, 2006**). Les espèces indifférentes à la photosensibilité sont rares (**Heller et al. 1990**)

II.3. Mesure de la germination :

Les multiples sources d'hétérogénéité sont responsables de l'allure des courbes de germination et de leur diversité. Les résultats des essais de germination varient donc selon l'origine des semences, les traitements qu'elles ont subis et les conditions de germination. Il est nécessaire de pouvoir exprimer de façon très simple ces résultats (**Heller et al. 1990**).

II.3.1. Courbes de germination :

Elles représentent les pourcentages de germination en fonction du temps (**fig. 08**). Elles donnent une idée complète de l'évolution de la germination d'un lot de semences placé dans des conditions déterminées. Lorsqu'il n'est pas possible de représenter les courbes de germination, on exprime souvent les résultats par des pourcentages ou des vitesses de germination. Divers modes d'expression de ces grandeurs ont été proposés. Nous citerons les plus couramment utilisés tels que le pouvoir de germination, la capacité de germination ou la vitesse de germination (**Heller et al. 1990**).

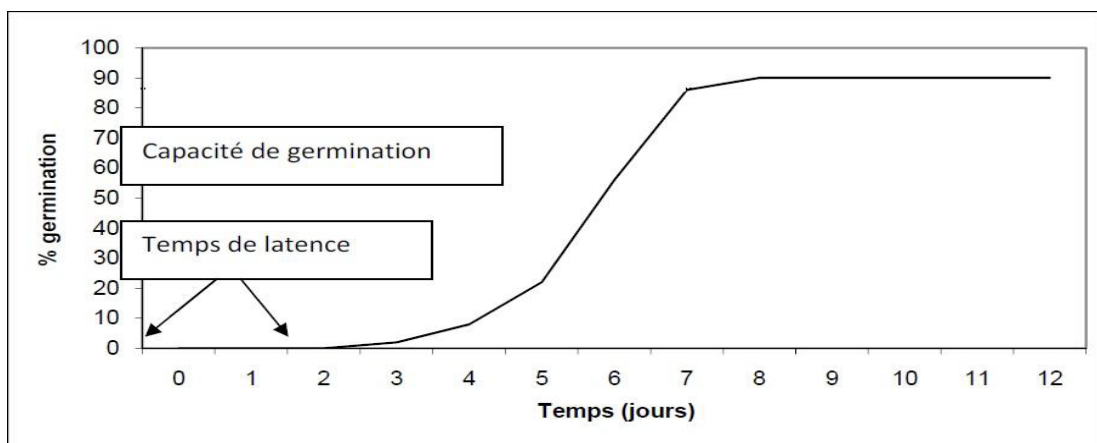


Fig.08 : Courbe de germination exprimant les pourcentages de germination en fonction du temps (**Heller et al. 1990**)

II.3.2. Capacité de germination :

Elle représente le pourcentage de germination maximal, ou taux de germination maximal, obtenu dans des conditions expérimentales bien définies. Sa valeur dépend des conditions expérimentales et des traitements préalablement subis par les semences. En fait, le pouvoir germinatif et la capacité de germination ne donnent qu'une idée très imparfaite de l'aptitude à la germination d'un lot de semences, car ils ne tiennent pas compte de la vitesse de germination (Heller *et al.*, 1990).

II.3.3. Vitesse de germination :

Diverses grandeurs faciles à déterminer peuvent être choisies pour exprimer la vitesse de germination :

Le temps de latence :

Le temps au bout duquel est amorcée la germination. Pour mieux décrire le déroulement de la germination, plusieurs formules simples ont été établies et sont couramment utilisées.

Le coefficient de vélocité (Cv), proposé par Kotowski (1962):

$$- C_v = (N_1 + N_2 + N_3 \dots + N_n) * 100 / (N_1 T_1 + N_2 T_2 + N_3 T_3 \dots + N_n T_n)$$

Ou le temps moyen de germination (Tm) qui représente l'inverse x 100 de Cv :

$$T_m = (N_1 T_1 + N_2 T_2 + N_3 T_3 \dots + N_n T_n) / (N_1 + N_2 + N_3 \dots + N_n) = (1 / C_v) * 100$$

Nn = nombre de semences germées entre le temps Tn-1 et le temps Tn

- Timson (1965) a proposé d'exprimer la vitesse de germination par la somme (Σ_n) des pourcentages de germination obtenus pendant les n premiers jours :

$$\Sigma_n = N_1 + N_2 + N_3 \dots + N_n$$

Nn = pourcentage de semences germées après n jours.

Selon la rapidité de la germination, n peut varier (5 jours, 10 jours....).

II.4 Etapes de la germination :

D'après, Hopkins, (2003) et Heller *et al.* (2004), la cinétique de prise d'eau permet de caractériser la germination en trois phases :

Phase d'imbibition : correspondant à une forte hydratation des tissus, accompagnée d'une élévation de l'intensité respiratoire (Heller *et al.* 2000). Elle implique un mouvement d'eau dans le sens de potentiel hydrique décroissant (Hopkins, 2003). Cette entrée d'eau est accompagnée d'une augmentation de la consommation d'oxygène attribuée à l'activation des enzymes mitochondriales (Anzala, 2006).

Phase de germination au sens strict :

Elle est caractérisée par une diminution de l'entrée d'eau ; l'hydratation des tissus et des enzymes est totale. La consommation en oxygène est stable. De plus, les synthèses protéiques sont facilitées car la graine renferme toute la machinerie nécessaire, en particulier des ARNm y sont accumulés (Rajjou *et al.* 2004). Durant cette phase, il y a reprise de la respiration et des activités métaboliques. La présence d'eau et d'oxygène permet l'activation des processus respiratoires et mitotiques. L'eau rend mobiles et actives les phytohormones hydrosolubles en stock dans la graine. C'est le cas des gibbérellines qui sont véhiculées vers la couche à aleurones où elles vont activer la synthèse d'hydrolases (telles que les amylases, les nucléases

ou les protéinases) nécessaires à la dégradation des réserves, à la division et l'élongation cellulaire. Les α -amylases hydrolysent l'amidon stocké dans l'albumen et libèrent des molécules de glucose, substrat du métabolisme respiratoire. La phase de germination au sens strict se termine avec la percée du tégument par la radicule, rendue possible grâce à l'allongement des cellules (Heller *et al.* 2004).

Phase de croissance post-germinative :

Est caractérisée à nouveau par une entrée d'eau et une augmentation importante de la respiration. La consommation de l'oxygène serait due aux enzymes néosynthétisées (Anzala, 2006), puis très rapidement, on assiste à une reprise des divisions et grandissement cellulaires (Hopkins, 2003) Voir figure09.

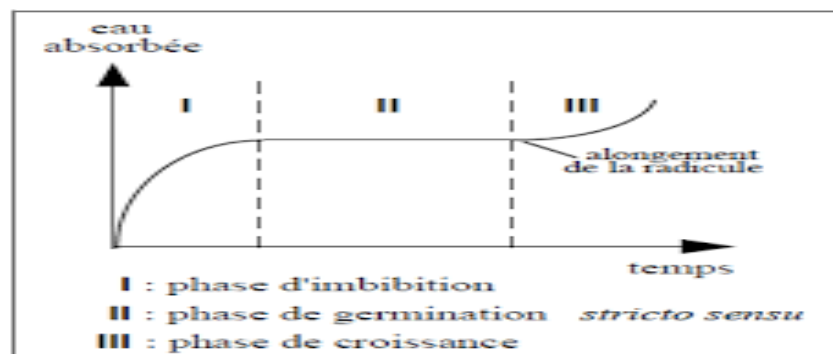


Fig.09 : Courbe théorique des étapes de germination d'une semence (Côme, 1982)

II.5. Dormances des graines :

II.5.1. Définition de la dormance :

La dormance est un état physiologique durant lequel les fonctions biologique d'une plante sont stoppées. C'est un repos apparent de l'activité de croissance d'un organisme ou d'une partie d'un organisme. Le processus est régulé par les hormones végétales et en particulier par l'acide abscissique. La dormance peut concerner la graine ou les bourgeons (Hilhorst 2007).

II.5.2. Type de dormance :

Les semences qui ne germent pas dans les différentes conditions de milieu, sont des semences dites «dormantes», et leur dormance peut concerner soit les téguments (inhibition tégumentaire), soit l'embryon (dormance au sens strict), soit les deux à la fois (Soltner, 2001).

II.5.2.1. Dormance tégumentaire :

L'imperméabilité à l'eau ou à l'oxygène cause des dormances tégumentaires, c'est le cas des graines dures (Soltner, 2001). D'après Mazliak (1982), les inhibitions tégumentaires peuvent être facilement définies par : les semences ont des enveloppes ; totalement imperméable à l'eau, les enveloppes séminales ne sont pas suffisamment perméables à l'oxygène.

II.5.2.2. Dormance embryonnaire :Selon Baskin (1998)

La dormance embryonnaire est due à la présence d'un embryon « sous-développé » au moment de la dissémination des graines.

Il existe deux types de dormance embryonnaire :

La dormance primaire où l'embryon peut être dormant au moment de la récolte des semences (Chaussat *et al.*, 1975).

La dormance secondaire dont laquelle l'embryon est capable de germer mais il perd cette aptitude sous l'influence des facteurs défavorables à la germination (Chaussat *et al.*, 1975).

Chapitre III :

Les engrais

Chapitre III : Les engrais.

III.1. Généralités sur les engrais :

Pour que le moringa produise de grandes quantités de feuilles, il faut fertiliser le sol. L'apport de compost (déchets végétaux qu'on a laissés fermenter en tas) et de fumier (déjections animales mélangées à des déchets végétaux) est nécessaire pour le développement du moringa. Le mélange de déchets à décomposition rapide (crottes, végétaux verts et tendres) et à décomposition lente (paille, végétaux secs et fins branchages) assure une fertilisation optimale.

Quand faut-il fertiliser le sol ?

- La fertilisation se fait d'abord au moment de la préparation du sol, avant le semis (5 à 6 kg de compost ou de fumier par m²). Soit environ 50 à 60 tonnes de fumier par hectare.
- Ensuite, il est important d'apporter du fumier ou/et du compost au moins une fois par an (environ 500 g par pied), idéalement en début de saison des pluies, avant que les arbres reprennent une production importante.
- S'il y a deux saisons des pluies, deux apports sont conseillés.

L'effet des engrais dépendra des conditions pédologiques et de l'âge de la plantation.

III.1. Définition :

Engrais est un produit inorganique ou organique qui est apporté pour fournir les quantités suffisantes de un ou de plusieurs éléments essentielles pour les plantes. Les récentes préoccupations sur les effets des engrais sur l'environnement, la faible efficacité des engrais, leurs prix élevés et les prix faibles des produits agricoles ont rendu urgent le développement d'une approche rationnelle pour choisir les engrais à utiliser (**Moughli, 2000**).

III.2. Les différents types des engrais :

III.2.1. Les engrais organique :

Les engrais organiques apportent au sol l'humus et tout l'élément nutritif nécessaire à la croissance des plantes. L'humus rend le sol mieux labourable et augmente sa perméabilité et sa capacité de rétention de l'eau et des éléments nutritifs. Les engrais améliorent le sol, et assure les besoins minimaux de la plante (**Ministère de l'agriculture**).

2.1.1. Les différents types des engrais organique : (Ministère de l'agriculture).

Il y a 4 différents types des engrais organiques à savoir :

- **Le fumier** : Obtenu par fermentation des excréments et de la litière des animaux

Il est possible également d'utiliser une solution de purin de ferme ou du fumier

- **Le compost** : l'obtention d'un compost mature après 4 à 6 mois, peut se résumer par les principales phases suivantes :

1. Phase d'échauffement :

- Dans de bonnes conditions, l'activité des micro-organismes et le démarrage de la décomposition s'accompagne d'un dégagement de chaleur pouvant atteindre jusqu'à 60 - 70°C au coeur des matières compostées. La " cheminée "de milieu permettra de vérifier si le dégagement de chaleur se déroule normalement.
- Cette phase se déroulera normalement pendant un mois. On constatera une diminution de la température dégagée et on procède au retournement.
- Le retournement : en vue de l'aération et d'une reprise efficace de la décomposition, effectuer 2 à 3 retournements du tas.

2 - Phase de refroidissement :

- Durant cette phase, la décomposition se fait à température plus basse et s'étalera sur une période dont la durée dépend du type de matières utilisées, du climat, de l'aération.

3- Phase de maturation :

- C'est la phase finale du processus de décomposition la température descendra jusqu'à celle du sol.
- Au terme de cette phase, le compost ne doit plus permettre d'identifier les matières utilisées pour sa fabrication.
- Quatre à Six mois après la mise en tas, on doit obtenir un compost meuble, sans mauvaise odeur et à l'aspect d'une belle terre noire.

- **Le paillis :**

- **L'engrais vert :**

1. Pratique de jachères à Pueraria Phaseoloides :

- Végétation abondante, les feuilles tombées au sol en saison sèche forment un tapis de 10 cm d'épaisseur
- Très pratique pour une rotation avec les cultures vivrières
- Remplacement de la culture sur défriche-brulis par jachères à prueria phaseoloides

2. Arachides sauvages (*Arrachis pintoi*) :

- Bon comportement en plein soleil
- Défoliation en saison sèche

- Laissant une couche de folioles de 2-4 cm d'épaisseur
- Convient pour la plantation de café et d'autre culture pérenne

3. Consoude :

- C'est une plante herbacée vivace, peut pénétrer profondément jusqu'à 1m 80 de profondeur
- Ces racines peuvent être utilisées comme activateur de compost ; pour avoir le purin en faisant hacher 1kg de consoude, le mariner dans 10 litres d'eau pendant 4-6 semaines, remuées tous les deux jours
- Filtrer avant l'utilisation
- Verser au pied de légumes racines et à fruits gourmands en matières nutritives

III.2-2- Les engrais minéraux :

L'appellation des engrais minéraux est normalisée, par la référence à leurs trois composants principaux : N-P-K. (**Laboratoire de l'agriculture**)

2-2-1- Les différents types d'engrais minéraux : (Laboratoire de l'agriculture)

1. Les engrais simples : (Laboratoire de l'agriculture)

- ✓ Les engrais simples : ne contenant qu'un seul élément nutritif, et peuvent être azotés, phosphatés ou potassiques.

1-1. Le nitrate d'ammonium (UAN, 32 % de N) engrais polyvalent liquide, à diluer dans l'eau entre 5 et 10 selon le stade végétatif. Il est destiné pour toutes les cultures :

Céréalicultures – pomme de terre –tomate industrielles.

1-2. Le sulfate d'ammonium (SA, 21% de N), engrais azoté de couverture, destiné pour toutes les cultures. **Céréalicultures – cultures maraichères.** Contient également un élément secondaire : Du soufre (24%).

1-3. L'urée (46 %de N), engrais azoté de couverture, destiné pour toutes les cultures :

Céréalicultures – légumes sec.

1-4. Le calcium nitrate d'ammonium (CAN, 27% de N), engrais azoté de couverture, destiné à toutes les cultures : **Céréalicultures – l'arboriculture – viticultures.** Contient également deux éléments secondaires Calcium (7,5%) et magnésium (3,5 %).

1-5. Le sulfazote (26% de N), engrais azoté soufré de couverture, destiné pour toutes les cultures : **Céréalicultures- cultures maraichères – l'arboriculture, viticultures.** Contient également un élément secondaire : Soufre (14%).

1-6. Le superphosphate simple (SPP, 20% de P), engrais phosphaté de fond et de couverture, destiné pour toutes les cultures : **Céréalicultures – légumes secs – cultures fourragères**. Contient également deux éléments secondaires : Calcium (28%) et du soufre (22%), et des oligo-éléments : Bore (61 ppm), fer (2134 ppm), manganèse (27 ppm), zinc (127 ppm), cuivre (02 ppm).

1-7. Le superphosphate triple (TSP, 46% de P), engrais phosphaté de fond utilisé avant le semis pour **la céréaliculture et les légumes secs**. Contient également des oligo-éléments : Bore (61 ppm), fer (3638 ppm), manganèse (114 ppm), zinc (170 ppm), cuivre (05 ppm).

2. Les engrais composés : (La boratoire de l'agriculture)

- ✓ Les engrais composés : qui peuvent en contenir deux ou trois éléments nutritifs, et peuvent être binaires (lorsqu'ils contiennent deux éléments N-P ou P-K) :

2-1. L'azoté phosphaté potassique sulfaté N.P.K.s (04.20.25) est un engrais complexe ternaire. Il contient 4% de N, 20% de P et 25% de K, Engrais de fond, il est destiné à toutes les cultures pérennes dans **la viticulture-l'arboriculture**. Il contient également un élément secondaire : Du soufre (12%) et des oligoéléments : Bore (29 ppm), fer (2036 ppm), manganèse (34 ppm), zinc (173 ppm), cuivre (02 ppm).

2-2 .L'azoté phosphaté potassique sulfaté N.P.K.s (10.10.10) est un engrais ternaire qui contient 10% de N, 10% de P et 10 % de K. Il est polyvalent et utilisé pour la maraichage – viticulture – arboriculture comme de fond au moment du semis et pour les différentes plantations. Il s'adapte à tous les types de sols. Contient également des oligoéléments : Bore (30 ppm), fer (1723 ppm).

2-3. L'azoté phosphaté potassique chloré N.P.K.c (15.15.15) est un engrais ternaire qui contient 15 de N, 15 de P et 15 de K. Polyvalent, il est utilisé pour toutes **les cultures maraichères et industrielles** (exception faite aux cultures sensibles au chlore) comme engrais de fond au moment du semis, sur des sols non salins disposant d'une capacité de ressuyage.

2-4. L'azoté phosphaté potassique sulfaté N. P.K.s (15.15.15) est un engrais ternaire qui contient 15% de N, 15% de P et 15% de K. polyvalent, il est utilisé pour les cultures maraichères – viticultures – arboricultures comme engrais de fond au moment du semis et pour les différentes plantations. Il s'adapte à tous les types de sols. Il contient également du soufre (8) et des oligoéléments : Bore (45 ppm), fer (1723 ppm), manganèse (30 ppm), zinc (156 ppm), cuivre (02 ppm)

Tableau07 : Caractéristiques de quelques engrais minéraux (Moughli , 2000) .

Engrais	Avantages	Inconvénients
Ammonitrate	NO ₃ est immédiatement disponible, parmi les engrais solides, second après l'urée en teneur en azote.	azote) est lessivable, et soumis à la dénitrification dans des sols chauds et humides. Stockage difficile : Absorbe l'eau de l'air et durcit après exposition à l'air.
Sulfate d'ammonium	Effet acidifiant désirable pour les sols basiques , apporte du soufre.	Teneur faible en azote. Acidité résiduelle élevée pour sol acide. Risque de perte de NH ₃ par volatilisation si pas incorporé dans le sol par un travail du sol ou eau d'irrigation ou pluie.
Urée	Solubilité élevée. Non lessivable après sa conversion sous forme de NH ₄ . Moins de risque de brulure des feuilles en cas de pulvérisation foliaire.	Lessivable par les pluies ou irrigation juste après l'apport. Risque de perte de NH ₃ par volatilisation si pas incorporé dans le sol par un travail du sol ou eau d'irrigation ou pluie.
Nitrate de potassium	Bonne source d'azote et de potassium.	Cher.
Nitrate de calcium	Bonne source d'azote et de calcium.	
Superphosphate simple (SPP)	Apporte du soufre et du calcium.	Moins riche en phosphore Forme pulvérulent moins pratique à épandre.

Superphosphate triple (TSP)	Riche en phosphore	
Mono-Ammonium phosphate (MAP)	Phosphore complètement soluble dans l'eau. Bon engrais de fond spécialement quand pas besoin de potassium. Effet acidifiant désirable pour les sols basiques.	Acidité résiduelle élevée pour sol acide.
Di-Ammonium phosphate (DAP)	Bon engrais de fond spécialement quand pas besoin de potassium. Pas cher	Eviter le contact avec les semences.
Ammonium Sulpho-phosphate (ASP)	Bon engrais de fond spécialement quand pas besoin de potassium .Apporte du soufre	
Sulfate de potasse	Apporte du soufre.	Plus cher que le chlorure de potasse.

III.3-Méthodes d'application des engrais (Moughli, 2000) :

Les engrais peuvent être apportés au sol, en pulvérisation foliaire et dans l'eau d'irrigation

1-Les applications des engrais sur le sol sont les plus fréquentes. La plupart des engrais utilisés sont suffisamment solubles dans l'eau du sol.

2-Les produits utilisés dans la fertilisation peuvent être des produits fertilisants solides facilement solubles ou des produits liquides.

3-Une pureté de la solution fertilisante : les impuretés peuvent provenir de la solubilisation d'un des produits utilisés ou de la réaction de plusieurs produits. Elles provoquent l'obstruction du réseau d'irrigation (tuyaux, émetteurs, ...). Ces problèmes peuvent être aggravés par la présence d'algues et de microorganismes variétés dans l'eau d'irrigation.

4-une compatibilité entre les produits utilisés de sorte à éviter la formation de composés insolubles.

5-Les apports d'engrais en pulvérisation foliaire servent à corriger des carences aiguës en azote et/ou en oligo-éléments. Afin d'éviter les brûlures des feuilles, il est recommandé d'utiliser des concentrations faibles d'urée ayant des teneurs en biurets (composés proches de l'urée produits pendant la fabrication de cet engrais et toxiques pour les plantes) inférieures à 2%.

III.4-Les effets des engrais sur l'environnement :

L'utilisation des engrais pour augmenter les rendements des cultures récemment été l'objet de préoccupations environnementales (**Moughli, 2000**). On peut citer :

- a-** Ils polluent le sol par des métaux lourds toxiques, telque le cadmium.
- b-** Ils polluent les eaux souterraines, ce qui affecte la potabilité de l'eau et augmente les dangers de santé.
- c-** Ils polluent les rivières et les eaux côtières, ce qui peut entraîner l'eutrophisation et affecter la vie des poissons et autres vies aquatique.
- d-** Ils polluent l'atmosphère à travers la dénitrification et la volatilisation de l'ammoniac et contribuent ainsi au réchauffement global de la terre.

Partie Expérimentale

Chapitre IV : Matériel et Méthodes.

IV.1.Présentation de la région d'étude :

IV.1. 1.Situation géographique :

La wilaya de Mostaganem est située sur le littoral Ouest du pays, elle dispose d'une façade maritime de 124 km. Le Chef-lieu de la wilaya est situé à 365 km à l'Ouest de la capitale et 80 km à l'est d'Oran. Elle couvre une superficie de 2269 km² et est limitée:

À l'Est par les wilayas de Chlef et Relizane

Au Sud par les Wilayas de Mascara et Relizane

À l'Ouest par les Wilayas d'Oran et Mascara Au Nord par la Mer Méditerranée

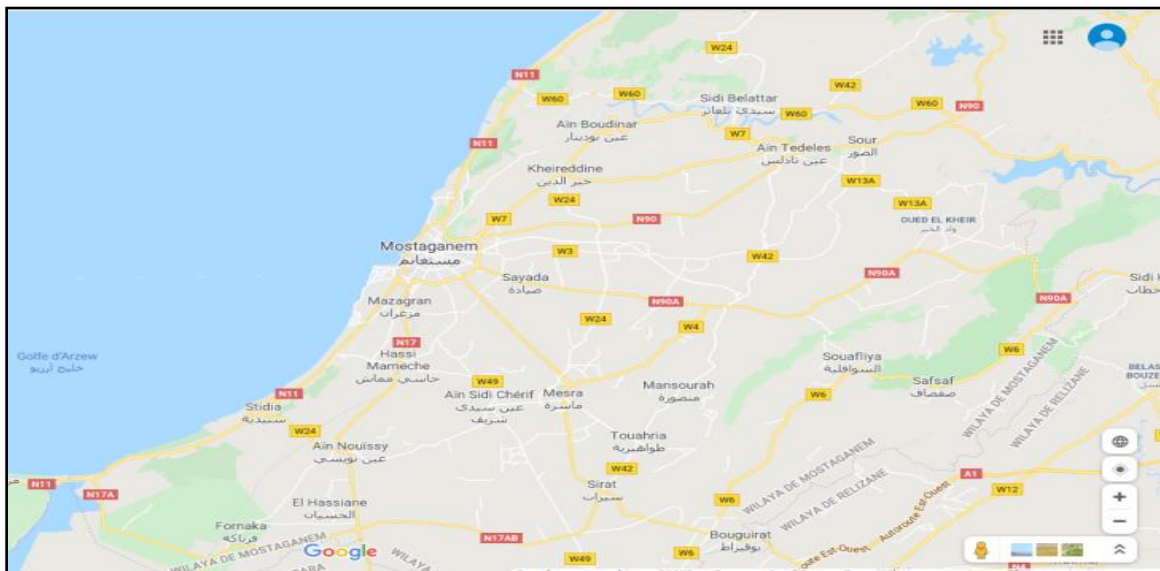


Fig.10 : Situation géographique de La wilaya de Mostaganem (caci.dz, 2020)

IV.1.2.Site d'étude :

L'expérimentation a été réalisée au niveau de la Fondation méditerranéenne du développement durable Djanatu-al-Arif Mostaganem.



Fig .11. La Fondation Méditerranéenne du développement durable Djanatu-al-Arif.

IV.2.Objectif de l'expérimentation :

- Etude comparative des doses d'engrais de démarrage (STARSOL 12_42_10) par la fertigation sur la germination des graines et le développement (hauteur de tige) des plantules au moringa semée dans des sachets au niveau de la pépinière de Djanatu El-Arif.

IV.3. Matériels utilisés :

Semences : *Moringa oleifera* Lam. (Famille des Moringacées), est une espèce végétale bien connue largement distribuée dans le monde entier. L'arbre de *Moringa* est également appelé «arbre miracle» **Fahey, J.W. (2005)**, d'une importance socio-économique substantielle. Elle a des composants nutritionnels extrêmes, des applications pharmacologiques et industrielles importantes

Les graines utilisées dans cette étude de moringa sont d'origine algérienne, de wilaya de Mostaganem.



Fig.12. Les graines de *Moringa oleifera* L.

- **Les engrais :** Les caractéristiques de trois types d'engrais fournis par l'ITGC de Guelma sont :

1. STARTSOL12.42.10: est un engrais ternaire (NPK) conçu pour combler les exigences nutritionnelles des cultures au démarrage de la végétation. Il contient de l'azote, du phosphore, du potassium, dans un équilibre adapté aux exigences physiologiques de cette partie du cycle végétatif.

1.1 La formule : NPK 12.42.10

1.2 Composition :

- **Azote total : 12%** L'azote est l'élément primordial du tallage, du développement de la plante et de la richesse protéinique des grains.
- **Anhydride phosphoriques P₂ O₅ : 42%** Soluble dans l'eau. Le phosphore est l'élément déterminant de la bonne implantation de la culture et de la fécondité des grains.
- **Potasse sous forme sulfate K₂O : 10%** Entièrement soluble dans l'eau, particulièrement recommandé dans les sols salés et alcalins



Fig.13. Sac d'engrais NPK 12 42 10

- **Le sachet :** en plastique (polyéthylène) perforés de 25 cm x 17 cm ou paniers en rotin pour la production des plants.



Fig.14. Sachet en plastique (polyéthylène)

- **Terreau :**



Fig.15. Terreau.

- **Fumier organique** : (déjections animales mélangées à des déchets végétaux) est nécessaire pour le développement du moringa.



Fig.16. Fumier organique

- **Arrosoir** : Les graines ont été suivies et arrosées manuellement chaque deux jours. L'arrosage des plantes est fait avec l'eau de la station (stockée dans une citerne)



Fig.17 Arrosoir

• **IV.4.Mode opératoire :**

- On a semis 120 graines du Moringa Oleifera L. (date de semis 12/04/2021).

• **Semis dans les sachets :**

- Faites de petits trous dans le sac pour facilité le drainage ;
- Remplir les sachets par le terreau ;
- Semer un graine par sachet à une profondeur de 2cm ;
- Mettez un peu de fumier organique ;
- Puis, arrosez les sachets (il faut arroser tous les 2 ou 3 jours selon l'humidité du sol, environ 10 à 20 ml par sachet).



1. Préparer 120 échantillons.



2. Semis un graine par sachet.



3. Mettez de fumier d'origine animale.



4. Arrosez les sachets.

Fig.18. Figure présenter la méthode de semis les graines du Moringa Olifeiera L dans les sachets.

IV.5. Paramètres étudiés :

- Durant cette expérimentation, plusieurs paramètres ont été étudiés et qu'est :

.Le Taux de germination :

- Une graine a été considérée germée lorsqu'il y a en émergence de la radicule. En effet, le taux de germination est calculé par la formule suivante :

$$TG (\%) = Gx / Gt * 100$$

Où TG : Taux de germination final, Gx : nombre des graines germées, Gt : nombre total des graines mises à germer.

IV.6. Application des engrais :

- La fertilisation des plantes par les engrais améliore leur croissance et augmente le taux de matière organique dans le sol. La fertilisation est le principal déterminant de l'activité biologique et influence les propriétés physiques et chimiques des sols.
- Pour améliorer la croissance de la culture de Moringa (hauteur de tige) ; on a appliqué des différents traitements d'engrais après la germination dans dix-sept (17) jours :

T0 : témoin sans traitement.

T1 : 80 g de STARTSOL NPK (12_42_12) / 3L d'eau => 4 Dose

T2 : 160 g de STARTSOL NPK (12_42_12) / 3L d'eau => 8 Dose

Fiche descriptive du dispositif :

Nombre de blocs	03
Nombre de traitements	03
Nombre de sachets	102
Nombre de sachets par bloc	34
Nombre totale des graines de Moringa	102

Tableau.08. Calendrier d'application des engrais dans les traitements.

Traitement La date	T0	T1	T2
01/06/2021	0	34g/3L	34g/3L
03/06/2021	0	0	34g/3L
06/06/2021	0	34g/3L	34g/3L
08/06/2021	0	0	34g/3L
10/06/2021	0	34g/3L	34g/3L
13/06/2021	0	0	34g/3L
15/06/2021	0	34g/3L	34g/3L
17/06/2021	0	0	34g/3L



Fig.19. Application des engrais.

Chapitre V : Résultats et discussion.

V.1.Résultats de la germination :

- La germination s'est fait après 16 jours de semis (date de germer 28/04/2021), ces résultats concordent avec l'intervalle de la période de germination avancé par le site Web consacré à la plante « moringa for life » qui est compris entre 7 à 30 jours après le semis.(Fig20).



Fig.20. Les graines de Moringa germées (date de germé 28/04/2021)

- On observe l'apparition de quelques plantules. L'évolution du nombre de graines germées est journalière.
- Les résultats montrent que les graines de Moringa oleifera L germent dans un intervalle de la température entre 25C° à 35C°.

Tableau.09 : Nombre des graines germées.

Date	Nombre de graines germées
28/04/2021	17 graines
29/04/2021	19 graines
30/04/2021	25 graines
31/04/2021	42 grains
31/05/2021	103 graines

V.2. Résultats de taux de germination :

- $TG = (Gx / Gt) \times 100 = (103/120) \times 100 \Rightarrow TG = 85,83 \%$
- Le taux de germination est plus élevé qu'est 85,83% ; selon (moringa for life, Web site), le taux de germination atteint 90-100%(fig20)

Tableau.10.Taux de germination.

Date	Taux de germination %
28/04/2021	14,16
29/04/2021	15,83
30/04/2021	20,83
31/04/2021	35
31/05/2021	85,83

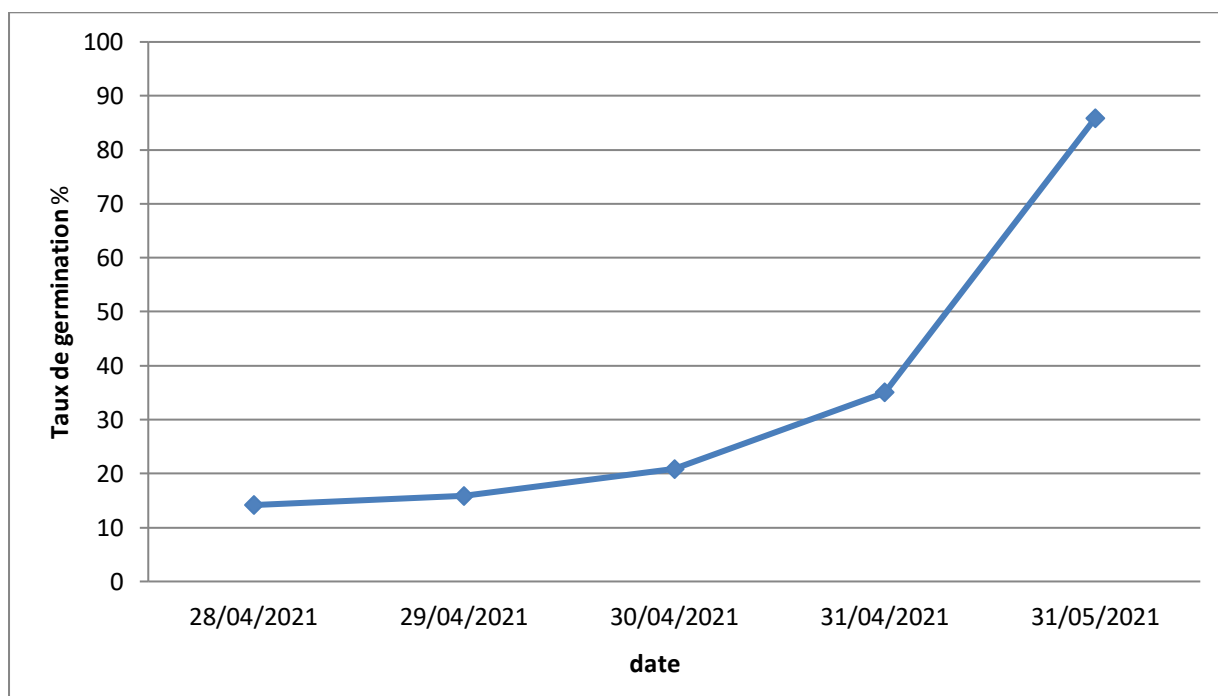


Fig.21. Courbe de Taux de germination des graines de Moringa oleifera L.

V.3.Résultats de croissance :

V.3.1.Avant les engrais :

Les résultats obtenus montrent que la plante pousse lentement d'une hauteur d'une moyenne de pleuvent (25 cm dans 35jours), par contre selon (ECHO, 2002), les plants atteignent une hauteur de 50 cm ou plus (après environ 35 ou40 jours). Nous pensons que l'effet du stress à cause de mauvaise performance.



Fig.22.Hauteur de tige de Moringa avant les engrais.

Tableau 11.Hauteur de la tige du Moringa (25 Avril- 31Mai)

La date	L'hauteur (cm)
25/04/2021	[2-3]
30/04/2021	[2-5]
06/05/2021	[3-7]
11/05/2021	[4-9]
16/05/2021	[4-10]
21/05/2021	[6-13]
26/05/2021	[7-18]
31/05/2021	[7-25]

V.3.2. Après les engrais :

Les résultats des engrais à différentes doses obtenus montrent que la plante a atteint une hauteur de 67 cm pendant 13 jours (17 Juin à 30 Juin) sont plus élevés.



Fig.23.Hauteur de tige du Moringa après les engrais.

V.4.Résultats Général :

Le tableau suivant montre clairement les résultats obtenus devant mettre en évidence d'où nous remarquons que l'effet des engrais a donné des résultats très suffisants

Cela se justifie à l'avis de l'étude statistique ci-dessous

Tableau.12. Nombre moyen des tiges des plantes avant et après les engrais

plante	Tailles des plantes (cm)					
	Bloc1 T0		Bloc 2 T1		Bloc 3 T2	
	Avant les engrais	Après les engrais	Avant les engrais	Après les engrais	Avant les engrais	Après les engrais
P1	4	45	7	44	10	43
P2	7	39	10	32	11	41
p3	9	29	22	45	22	36
P4	4	24	4	33	7	60
P5	5	41	13	45	4	66
P6	10	47	9	46	9	63
P7	7	46	7	50	13	62
P8	6	33	7	56	11	69
P9	11	39	15	63	7	65
P10	13	47	5	57	6	53
P11	17	43	12	54	25	60
P12	9	30	18	53	5	42
P13	8	35	22	35	6	54
P14	15	26	23	64	11	51
P15	25	45	4	40	18	62
P16	4	35	7	47	8	50
P17	23	39	11	39	21	48
P18	15	42	10	55	9	53
P19	10	42	6	51	13	66
P20	11	46	24	41	5	69
P21	7	33	8	42	7	49

P22	5	28	5	57	24	50
P23	22	29	13	48	4	60
P24	12	45	25	60	11	45
P25	13	30	10	52	17	38
P26	9	41	5	45	7	47
P27	8	44	9	50	9	63
P28	21	37	13	54	5	67
P29	25	32	22	44	15	62
P30	17	29	18	39	10	55
P31	18	37	23	57	8	45
P32	9	35	4	61	16	47
P33	8	45	7	48	22	53
P34	4	38	13	43	6	50
Moyenne	11,5	37,5	12,08	48,52	10,7	54,23

• **Résultats parcellaires :**

1. Avants les engrais

BLOC 1 :

$$\begin{aligned}
 M.T0 &= (P_1+P_2+P_3+\dots+P_{34}) /34 \\
 &= (4+7+9+\dots+4)/34 \\
 &= 391/34= \mathbf{11,5}
 \end{aligned}$$

BLOC 2 :

$$\begin{aligned}
 M.T1 &= (P_1+P_2+P_3+\dots+P_{34}) /34 \\
 &= (7+10+22+\dots+13) /34 \\
 &= 411/34= \mathbf{12,08}
 \end{aligned}$$

BLOC 3 :

$$\begin{aligned}
 M.T2 &= (P_1+P_2+P_3+\dots+P_{34}) /34 \\
 &= (10+11+22+\dots+6) /34 \\
 &= 367/34 = \mathbf{10,7}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \mathbf{Mt1} &= M.T0+M.T1+M.T2/3 \\ &= 11,5+12,08+10,7/3 \\ &= \mathbf{11,42} \end{aligned}$$

- **Mt** : Moyenne totale

2. Après les engrais :

BLOC 1 :

$$\begin{aligned} M.T0 &= (P_1+P_2+P_3+\dots+P_{34}) /34 \\ &= (45+39+29+\dots+38) /34 \\ &= 1276/34 = \mathbf{37,5} \end{aligned}$$

BLOC 2 :

$$\begin{aligned} M.T1 &= (P_1+P_2+P_3+\dots+P_{34}) /34 \\ &= (44+32+45+\dots+43) /34 \\ &= 1650/34 = \mathbf{48,52} \end{aligned}$$

BLOC 3 :

$$\begin{aligned} M.T2 &= (P_1+P_2+P_3+\dots+P_{34}) /34 \\ &= (43+41+36+\dots+50) /34 \\ &= 1844/34 = \mathbf{54,23} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \mathbf{Mt2} &= M.T0+M.T1+M.T2/3 \\ &= 37,5+48,52+54,23/3 \\ &= \mathbf{46,75} \end{aligned}$$

D'après le tableau précédent la moyenne générale de production de Moringa, les résultats des engrais montrés un grand changement au niveau des plantes traitées à différentes doses d'engrais (de moyenne 46,75) par rapport au témoin (de moyenne 11,42).

Ainsi une influence au niveau des plantes (hauteur de tige) par l'effet d'engrais NPK. On remarque que le résultat de BLOC 3 de traitement T2 au niveau des engrais est plus élevé que BLOC 1 T0 et BLOC 2 T1.

L'écart entre le témoin avant et après les engrais est :

$$E = M_{t2} - M_{t1}$$

$$= 46,75 - 11,42 = \mathbf{35,33}$$

Les engrais NPK sont plus efficaces pour l'obtention de croissance des plantes pour favoriser la multiplication végétative.

Conclusion

A lumière de la fertilisation minérale qui est considérée comme l'une des solutions d'enrichissement du réservoir nutritif de la plante. Afin d'arriver à un rendement quantitativement et qualitativement appréciable un apport en engrais minéraux est nécessaire pour l'amélioration de la production.

Notre étude avait pour but de comparer les caractères biométriques (hauteur des plantes, et la production foliaire de *M oleifera*), ensuite, a consisté à évaluer l'effet du fumier, du NPK sur les caractères biométriques et la production foliaire de moringa. A cet effet les résultats ont montré les appréciations suivantes :

- L'application du NPK a un effet positif sur la hauteur de *M oleifera* par rapport au témoin
- L'application du NPK a également amélioré sensiblement la longueur et la largeur des feuilles.

Ces résultats pourraient encourager les agriculteurs de la région à introduire cette nouvelle plante et orienter son utilisation en fonction des objectifs de chacun vu l'usage multiple qui caractérise cette plante miracle. Cette orientation pourrait surtout intéresser l'aspect alimentaire qui reste un grand problème pour l'alimentation du bétail. Tout fois nous attendons d'études bien poussées dans ce sens pour une meilleure détermination de la valeur fourragère de cette espèce.

Les résultats obtenus confirment donc notre hypothèse de recherche émise au départ à savoir que le moringa peut s'adapter à notre sol au vu des conditions climatiques de notre région.

Référence bibliographique

A.

- **Ammari S., (2011)** - Contribution à l'étude de germination des graines des plantes sahariennes broutées par le dromadaire. Mémoire d'ingénieur.

B.

- **Baskin C.C et Baskin J.M., (1998)** - Seeds: Ecology, biogeography and evolution of dormancy and germination. Academic Press, San Diego, C.A.
- **Besse, F.; (1996)**, Moringa oleifera LAM; L'arbre du mois, Le Flamboyant no 40, 4-7p.
- **Broin, M. (2005)**. Composition nutritionnelle des feuilles de Moringa oleifera. In: Moringanews.

C.

- **Chaussant R, Le Deunff Y., (1975)a** - La germination des semences. Ed. Bordars, Paris, 232p.
- **Chaussat R, Le Deunff Y., (1975)b** - Microflora and seed deterioration in viability of seed. éd. Chapman and Hall Londres, 59-93.
- **Côme D., (1982)** - Influence de la réfrigération et de la congélation sur la qualité et l'aptitude.

D.

- **De Saint Sauveur A. et Broin M., 2010**, Produire et transformer les feuilles de Moringa, imprimerie Horizon à Gémenos, 69p. Disponible sur <http://www.moringanews.org>.

F.

- **Foidl N., Makkar H.P.S. et Becker K. (2001)**, POTENTIEL DE MORINGA OLEIFERA EN AGRICULTURE ET DANS L'INDUSTRIE in *Potentiel de développement des produits du Moringa*, 5, Dar es Salaam, Tanzanie, 20 p.
- **Fuglie, L., (2001)**. Le Moringa : une arme dans la lutte contre la malnutrition. Church World Service, Bureau Régional de l'Afrique de l'Ouest. Disponible sur <http://www.moringanews.org>. Consulté le 25/05/2015.

G.

- **Gamatie M. et De Saint Sauveur A.**, 2005, Fiche technico-économique sur les conditions de production et commercialisation de feuilles fraîches de Moringa au Niger, 7p. Disponible sur <http://www.moringanews.org>.

H.

- **Heller R.**, (1990) - Physiologie végétale. Tome 2: Développement. 4^{ème} édition. Paris, Masson, 266p.

J.

- **Jahn.**, 2003, L'arbre qui purifie l'eau: Culture de Moringa spp au Soudan [en ligne]. La génétique et les forêts d'avenir, n°152, Unasylva, 6 p. Cité sur <http://www.fao.org>.

K.

- **Kokou K., Broin M. et Joët T.**, 2001, Recherches agronomiques et agroforestières sur Moringa oleifera Lam. Au Togo. Laboratoire de Botanique et D'Ecologie Végétale, Faculté des sciences, Université du Bénin, 6p. Disponible sur <http://www.john-libbey-eurotest.fr/fr/revues/agro-biotech>.

L.

- **Laleye, O. A. F., Ahissou, H., Olounlade, A. P., Azando, E. V. B., & Laleye, A. (2015).** Etude bibliographique de trois plantes antidiabétiques de la flore béninoise: Khaya senegalensis (Desr) A. Juss (Meliaceae), Momordica charantia Linn (Cucurbitaceae) et Moringa oleifera Lam (Moringaceae). International Journal of Biological and Chemical Sciences, 9(5), 2682-2700.
- **Louni S. 2009.** Extraction et caractérisation physicochimique de l'huile de graines de Moringa oleifera. Mémoire de Magister, Ecole Nationale Supérieure Agronomique El-Harrach, Algérie 13, 14p.

M.

- **Makkar. H.P.S. et Becker K.**, 1997, Nutrients and antiquality factors in different morphological parts of the Moringa oleifera tree. Journal of Agricultural Science, Cambridge 128, 311-322, disponible sur <http://www.moringanews.org>.
- **Mazliak P., 1982** – Croissance et développement. Physiologie végétale II. Hermann Ed, Paris, Collection Méthodes, 465p.
- **Meda B.L.**, 2011, Etude comparative des systèmes d'irrigation goutte à goutte et d'aspersion sur la production de Moringa oleifera dans la commune de Dano.

- **Meyer S, Reeb C, Bosdeveix R., (2004)** - Botanique, biologie et physiologie végétale. Ed. Moline, Paris, 461p.
- **Ministère de l'Agriculture, 2008** ; Bilan de production végétale. Rapport sur la production végétale.
- **MOUGHLI L., 2000**; Les engrais minéraux caractéristiques et utilisations N°72 Septembre 2000.

O.

- **Olivier C., 2004**, la culture intensive de Moringa au Nord du Sénégal, Church World Service, Bureau Régional de l'Afrique de l'Ouest, 8p. Disponible sur <http://www.moringanews.org>. Consulté le 15/10/2013.

P.

- **Parrotta J. A. P. Dr; Moringa oleifera LAM., 1785**; Enzyklopädie der Holzgewächse, Handbuch und Atlas der Dendrologie; Roloff A., Weisgerber H., Lang U., Stimm B.; WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim; 2009; 8p.
- **Price, M. L. et Équipe ECHO**; Le Moringa - ECHO Note Technique; Publié en 1985; Révision 2000, 2002 et 2007 par le personnel d'ECHO; 22p.

R.

- **Rajangam J., Azahakia M. R. S., Thangaraj T., Vijayakumar A. et Muthukrishan N., 2001**, Production et utilisation du Moringa en Inde: la Situation actuelle, 9p. Disponible sur <http://www.moringanews.org>.
- **Rajangam, J., Azahakia Manavalan, R., Thangaraj, T., Vijayakumar, A., & Muthukrishan, N. (2002)**. Production et utilisation du Moringa en Inde du sud: la situation actuelle.
- **Redouane FALOUS**, Bilan massique et thermique d'une unité de production d'engrais, Université Sidi Mohamed Ben Abdellah de Fès, 2013.
- **Roloff A., Weisgerber H., Lang U. and Stimm B. (2009)**. *Moringa oleifera Lam., 1785*. Enzyklopädie der Holzgewächse, Handbuch and Atlas der Dendrologie. WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim. Enzyklopädie der Holzgewächse 40. Erg.Lfg. 6/05. 8p.

S.

- **Sotner D., (2001)** - Les bases de la production végétale. Tome III la plante et son amélioration, 3ème édition Paris, 189p