

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF - M'SILA

FACULTE DES SCIENCES

DEPARTEMENT DES SCIENCES DE LA NATURE

ET DE LA VIE

N°:



DOMAINE : SCINCES DE LA NATURE ET DE LA VIE

FILIERE : BIOTECHNOLOGIES

OPTION : BIOTECHNOLOGIE VEGETALE

**Mémoire présenté pour l'obtention  
Du diplôme de Master Académique**

**Par :**

**Loubazid Fatna et Fodili Salma**

**Intitulé**

**Contribution à la culture *in vitro* d'amandier**

***Soutenu devant le jury composé de:***

Dr. BELKASSAM Abdelouahab	MCA	Université M.B de M'Sila	Président.
Dr. GUETTOUCHI Ahlem	MCA	Université M.B de M'Sila	Encadreur.
Dr. HADJI Abbas	MAA	Université M.B de M'Sila	Examineur.

**Année universitaire : 2021/2022.**

## REMERCIEMENTS

*Tous d'abord, nous remercions le Dieu Tout Puissant pour les bienfaits de la santé, du bien-être et de la force dans lesquels nous avons surmonté toutes les difficultés, avec un esprit de volonté, un esprit de recherche et de diligence.*

*Nous remercions notre Professeur GEUTTOUCHI AHLEM pour son thème proposé et pour sa confiance en nous, son aide et son soutien moral et cognitif pour nous dans ce travail.*

*Nous avons le plus grand respect et la plus grande reconnaissance pour les membres de jury d'avoir accepté évaluer notre travail :*

*- M<sup>r</sup> BELKASSAM Abdelouahab*

*- M<sup>r</sup> HADJI Abbas*

*Enfin et surtout, nous voudrions remercier nos généreux parents pour les grands efforts qu'ils ont déployés pour nous amener à ce jour et pour réussir grâce à leur patience, à leur soutien continu et à leurs prières, qui nous ont accompagnés tout au long de nos études.*

## Dédicace

" الحمد لله الذي هدانا لهذا وما كنا لنهتدي لولا أن هدانا الله "

*Je dédie ce modeste travail à :*

*A l'être la plus chère de ma vie ma mère que dieu te  
protège.*

*A mon Père, Allah t'offre à ton âme le paradis.*

*Mes frères.*

*Mes sœurs et mes beau-frère.*

*Mes nièces et mes neveux.*

*A toutes les personnes que j'aime.*

*A mon binôme Salma et sa famille.*

*A toutes mes amies et mes collègues.*

*A toute ma famille.*

*Fatna*



## Dédicace

*J'ai le plaisir de dédier ce travail à :*

*- Ma chère mère " FODILI RABIAA ", mon chère père " FODILI SAID ",  
en qui j'ai trouvé l'amour et le soutien et la confiance dans le parcours de  
ma vie, je prie Dieu de te garder en bonne santé.*

*- Ma chère sœur " NADJWA "*

*- Mes chère frère "ABD EL FATAH " et " KHIR ELDIN " pour leurs  
sacrifices infinis .*

*-la famille " FODILI " et "LOUBAZID ".*

*- Mon binôme et ma chère " FATNA LOUBAZID ".*

*- Mes très chère amies et mes collègues.*

*- Mon Encadreur " GUETTOUCHI AHLEM ".*

*j'espère que ce travail déployé avec beaucoup d'effort exprime pour  
eux le témoignage Sincère de mon amour, ma profonde affection et mon  
grand respect.*

*Salma*

## Sommaire

Résumé.....	I
Liste des abréviations .....	II
Liste des figures .....	III
Listes des tableaux .....	IV
Introduction .....	1

### Chapitre I: Généralités sur l'amandier

I.1. Historique .....	2
I.2. Description morphologique .....	2
I.2.1. L'arbre d'amandier .....	2
I.2.2. Les feuilles .....	3
I.2.3. Les fleurs .....	3
I.2.4. Le fruit.....	4
I.2.5. Les graines.....	4
I.2.6. Le système racinaire.....	5
I.3. La distribution d'amandier .....	5
I.3.1. Dans le monde.....	5
I.3.2. En Algérie .....	5
I.4. La production d'amande .....	7
I.4.1. La production d'amande en Algérie .....	7
I.4.2. La production mondiale des amandes .....	8
I.5. Le cycle de vie des amandes.....	9
I.5.1. Temps de repos (La dormance).....	9
I.5.2. Floraison.....	9
I.5.3. Pollinisation.....	10
I.5.4. Croissance .....	10

I.5.5.	Ouverture des Peaux.....	10
I.5.6.	Récolte.....	11
I.5.7.	Décorticage et calibrage .....	11
I.5.8.	Stockage et livraison .....	12
I.6.	La différence entre la variété douce et amère d'amandier .....	12
I.7.	Toxicité des amandes amères .....	12
I.8.	L'utilisation des différentes partie d'amandier .....	13
I.8.1.	Le noyau .....	13
I.8.2.	La pellicule .....	15
I.8.3.	La coque et la coquille .....	17
I.8.4.	Les huiles d'amande douce et amère .....	17
I.8.5.	D'autre utilisation .....	20
I.9.	Les conditions climatiques de l'amandier.....	20
I.9.1.	Sensibilité au gel .....	20
I.9.2.	Sensibilité aux excès d'eau .....	21
I.9.3.	Besoins en froid.....	21
I.9.4.	Besoins en lumière .....	21
I.9.5.	Période de plantation .....	22
I.9.6.	Période de récolte .....	22
I.10.	Technique culturel de l'amandier .....	23
I.10.1.	Installation de l'amandier.....	23
I.10.2.	Plantation.....	25
I.11.	Les modes de multiplication d'amandier.....	27
I.11.1.	Multiplication d'amandier par greffage .....	27
I.11.2.	Semis des graines d'amandier .....	28
I.11.3.	La culture <i>in vitro</i> d'amandier.....	28

## **Chapitre II: Matériels et méthodes**

II.1. Classification systématique d'amandier .....	30
II.2. Le matériel végétal .....	30
II.3. Le milieu de culture .....	30
II.3.1. Préparation des solutions mère .....	32
II.3.2. Préparation des milieux de culture (MS).....	34
II.4. La stérilisation .....	34
II.5. La mise en culture.....	36
II.6. La chambre de culture .....	36

## **Chapitre III: Résultats et discussion**

III.1. L'organogenèse .....	37
III.1.1. La longueur des micro-boutures .....	37
III.1.2. Le nombre des bourgeons .....	38
III.1.3. La longueur des feuilles.....	40
III.2. L'embryogenèse somatique .....	42
Conclusion.....	43
Références bibliographiques .....	44

## Résumé

Notre bute c'est de cultivé des micro-boutures d'amandier *in vitro*, et en utilisant les milieux suivants: MS (sans hormones), MS (2,4-D + BAP) et MS (AIA + BAP).

Les résultats de ce travail montrent que le milieu MS (sans hormones) est le meilleur pour la formation des bourgeons et pour le développement des feuilles et le meilleur milieu pour la croissance des micro-boutures et pour la formation des embryons est le milieu MS (2,4-D + BAP).

**Mots clés :** Amandier, *in vitro*, organogénèse, milieu MS, hormones.

## Abstract

Our aim is to cultivate almond *in vitro*, using the following media: MS (without hormones), MS (2,4-D + BAP) and MS (AIA + BAP).

The results of this work show that the MS medium (without hormones) is the best for the formation of buds and for the development of the leaves and the best medium for the growth of micro-cuttings and for the formation of embryos is the MS medium ( 2,4-D + BAP).

**Keywords :** Almond tree, *in vitro*, organogenesis, MS medium, hormones.

## ملخص

هدفنا هو زراعة أجزاء صغيرة من شجرة اللوز في المختبر، باستخدام الأوساط التالية: MS ( بدون هرمونات)، MS ( BAP +2,4-D )، MS ( BAP + AIA ).

تظهر نتائج هذا العمل أن الوسط MS ( بدون هرمونات ) هو الأفضل لتكوين البراعم وتطور الأوراق، والوسط الأفضل لنمو الأجزاء وتشكل الأجنة هو الوسط MS ( BAP + 2,4-D ).

**الكلمات المفتاحية:** شجرة اللوز، الزراعة النسيجية، تشكل الاعضاء، الوسط MS ، الهرمونات.

## Liste des abréviations

<b>Nom</b>	<b>Abréviations</b>
MS	Milieu de culture Murashige et Skoog
AIA	Acide indole-3-acétique
2,4-D	Acide 2,4-dichloophénoxyacétique
BAP	6-benzylaminopurine

## Liste des figures

<b>Figure</b>	<b>Titre</b>	<b>page</b>
Figure 01	Fleur d'amandier	03
Figure 02	Les fleurs d'amandier	03
Figure 03	Coupe longitudinale d'amande	04
Figure 04	Graines d'amande douce à gauche et d'amande amère à droite	05
Figure 05	Evolution de la production mondial d'amandes (amandon) entre 2005 et 2015	08
Figure 06	Estimation de la production mondiale d'amandon en tonnes et en fonction des pays pour la saison 2015/2016	09
Figure 07	Dispositif de plantation	26
Figure 08	Semis de graine d'amandier	28
Figure 09	L'effet des 3 milieux MS sur la croissance des micro-boutures	37
Figure 10	L'effet des 3 milieux MS sur la formation des bourgeons	38
Figure 11	Formation des bourgeons dans le milieu MS (sans hormone)	39
Figure 12	Formation des bourgeons dans le milieu MS (2,4-D + BAP)	39
Figure 13	Formation des bourgeons dans le milieu MS (AIA + BAP)	39
Figure 14	L'effet des 3milieux MS sur la longueur des feuilles.	40
Figure 15	Formation des feuilles dans le milieux MS (sans hormone)	41
Figure 16	Formation des feuilles dans le milieux MS (2,4-D + BAP)	41
Figure 17	Formation des feuilles dans le milieux MS (AIA + BAP)	41
Figure 18	Embryons dans le milieu MS (2 ,4-D+BAP)	42
Figure 19	Embryons dans le milieu MS (AIA+BAP)	42

## Listes des tableaux

<b>Tableau</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
Tableau 01	Liste des variétés d'amandier en Algérie	06/07
Tableau 02	Evolution de la production de fruits en Algérie	07/08
Tableau 03	Les besoins et les apports de fertilisants de l'amandier	24
Tableau 04	Les composants de milieu de culture MS	31
Tableau 05	Les balances hormonal utiliser dans les milieux de culture	33

# **Introduction**

## Introduction

L'amandier (*Prunus amygdalus*) est un arbre fruitier de la famille Rosacée, d'origine d'Asie. Les amandes sont des fruits de l'amandier (*Prunus amygdalus*). Leurs applications sont diverses en industrie alimentaire, en pharmaceutique et en cosmétique. (Moayedi et al., 2010)

Dans les dernières années la production des amandes est augmentée et la culture d'amandier est répandue plus dans les différents pays de monde.

L'amandier peut être multiplié par les voies classiques (greffage) favorisent la transmission des agents pathogènes propagés par la sève, entraînant des pertes considérables du rendement (Kester et al., 1986; Chalak, 1999). Ce problème a été contourné grâce à la technique de culture *in vitro* des tissus végétaux, qui s'est avérée être un excellent outil pour la production de matériel indemne du virus. (Savino et al., 1990)

Pour cette étude notre travail sera une contribution à la culture *in vitro* d'amandier doux.

Notre travail est divisé en 3 chapitres :

- **Chapitre I:** Généralités sur l'amandier (la morphologie, la distribution, les techniques de multiplication...).
- **Chapitre II:** Matériels et méthodes (préparation des milieux MS).
- **Chapitre III :** Pour les résultats et discussion.

# **Chapitre I:**

## **Généralités sur l'amandier**

## **I.1. Historique :**

Deux zones en Asie occidentales ont vu naître l'amandier, l'une sur les contreforts et de la chaîne de Ferghana, l'autre plus vaste s'étirant du Sud de la mer Caspienne par l'Iran jusqu'au golfe persique. Les Babyloniens distinguaient les variétés douces et amères. L'amandier semble également être spontané en Afrique septentrionale : On a trouvé des bois d'amandiers dans les montagnes d'Algérie et du Maroc, mais certains en doutent et n'y verraient que des « ensauvagés » issus d'anciennes cultures.

C'est par la Grèce, l'Italie et l'Espagne qu'il nous est parvenu. (**Gallouin et al., 2013**) Pline l'ancien (I<sup>er</sup> siècle) connaissait les deux variétés douces et amères, elles étaient également connues dans le Sud de la Gaule. A la fin du XIV jusqu'au XVII siècle, on servait les amandes à la fin du repas. Depuis Dioscoride (médecin grec, I<sup>er</sup> siècle), les anciens connaissaient la toxicité de l'amande amère, ils l'utilisaient pour se débarrasser des renards.

L'amandier arriva seulement au XIX siècle aux Etats-Unis. (**Tonolli et Gallouin, 2013**)

Aujourd'hui, la Californie est le plus gros producteur d'amandes au monde 80 % de la production mondiale.

## **I.2. Description morphologique:**

### **I.2.1. L'arbre d'amandier :**

Est l'arbre fruitier le plus durable mais sa production s'épuise rapidement. Il s'agit du premier arbre fruitier à fleur à la fin de l'hiver.

L'amandier s'adapte bien aux conditions méditerranéennes sèches et présente une bonne opportunité de valorisation des terrains marginaux. (**Mapm, 2013**)

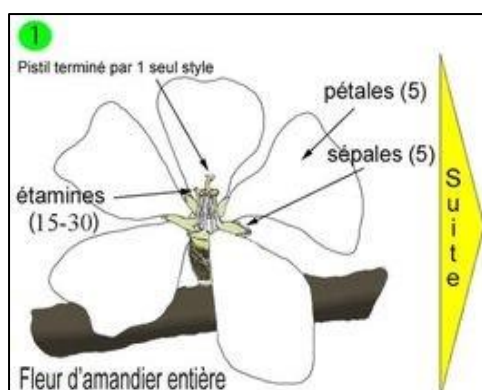
Selon Vavilov, l'amandier de culture se présente comme un arbre dont la hauteur dépend de la race et de la variété 6-8 m, parfois 10 -12 m. Au Portugal la race lusitanienne atteint parfois 20 m, tandis que, Eveinoff, a décrit des arbres à peine de 4 m de hauteur (vallée de l'Atrek). En Afrique de Nord la taille est de 3 à 4 ou 5 m.

### I.2.2. Les feuilles :

D'après **Roussin, (2014)**, les feuilles sont caduques, de disposition alterné, elles sont vert sombre, brillantes, revers mat, étroites, lancéolées, les bourgeons sont ovoïdes pointus.

### I.2.3. Les fleurs :

D'un joli blanc rosé, 5 pétales et 5 sépales (**Figure 01**), les fleurs sont formées au cours de l'été et s'épanouissent très tôt au printemps suivant, ce qui rend l'amandier très sensible aux gelées printanières. L'amandier porte un nombre de fleurs (**Figure 02**) considérable mais seulement 30% d'entre elles donneront des fruits. Les fleurs de la plus part des variétés sont auto-incompatibles : Il faut planter plusieurs variétés dans un verger pour assurer la fécondation des fleurs. (**Roberte, 1985**)



**Figure 01:** Fleur d'amandier

([https://www.animateur-nature.com/la\\_loupe/amandier\\_a\\_la\\_loupe1.html](https://www.animateur-nature.com/la_loupe/amandier_a_la_loupe1.html))

**Figure 02:** Les fleurs d'amandier  
(**Roussin, 2014**)

#### I.2.4. Le fruit :

Le fruit d'amandier est une drupe ovoïde verte claire qui contient un noyau allongé à coque plus ou moins dure selon les variétés. La coque renferme 1 ou 2 graines. La graine est protégée par des téguments dont l'aspect change avec la variété. (Jacmon, 1985). Selon Roussin, (2014), le fruit de l'amandier est appelé amande. (Figure 03)

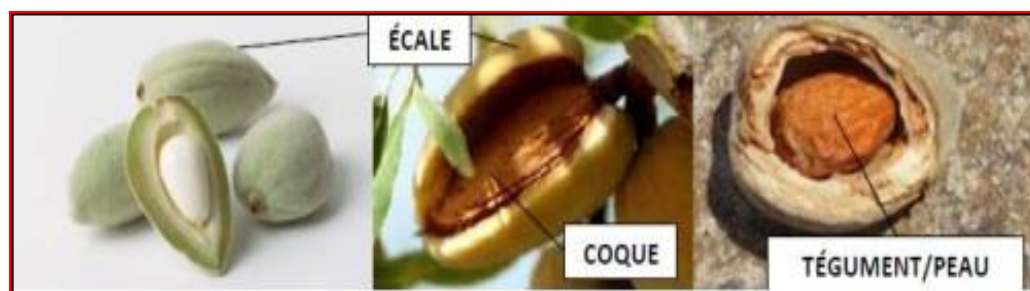


Figure 03: Coupe longitudinale d'amande (Anaïs et al., 2017).

#### I.2.5. Les graines :

La distribution des dimensions axiales des graines d'amandes et leurs noyaux est basée sur la longueur, la largeur ou l'épaisseur, la majorité des graines ou des noyaux sont de taille moyenne. Pour les graines entières d'amandes douces 71% de longueur sont situés entre 26,83 et 35,84 mm, 66% de la largeur sont entre 17,85 et 21,72 mm, et 79% d'épaisseur se trouve entre 13,51 et 17,22 mm. Tandis que pour les graines entières d'amandes amères, 70% de longueur sont entre 25,37 et 30,04 mm, 63% de largeur se situent entre 19,22 et 24,29 mm et 70% de l'épaisseur se trouvent entre 12,95 et 15,66 mm. En ce qui concerne les noyaux, 76% de la longueur, respectivement, des noyaux des amandes douces et ceux des amères se situent dans l'intervalle de 20,35 à 26 mm et de 19,18 à 22,29 mm, alors que 88% et 70% de leur largeur se situent respectivement dans la gamme de 11,18 à 15,31 mm et 10,92 à 13,75 mm. Tandis que 83 et 73% de l'épaisseur se trouvent dans l'intervalle 5,35-8,87 et 6,03-8,87 mm, respectivement pour les noyaux doux et les noyaux amers. (Trachi, 2015) (Figure 04)



**Figure 04:** Graines d'amande douce à gauche et d'amande amère à droite (Thomas, 2011).

### **I.2.6. Le système racinaire:**

Puissant, peu ramifié et profondément ancré dans le sol. (Roberte, 1985)

### **I.3. La distribution d'amandier**

#### **I.3.1. Dans le monde :**

La culture d'amandier intéresse l'ensemble des pays de bassin méditerranéen surtout le Maroc et la Tunisie, et aussi intéressé des différentes pays européens et américains. La culture d'amandier amère, n'est pratiquée qu'en Italie et en Espagne sur le continent européen. Les Etats-Unis aussi développent des vergers d'amandiers d'amande amère, particulièrement concentrés dans l'Etat de Californie dont la production est destinée à l'industrie ou à l'exportation. (Tozanli, 2018)

#### **I.3.2. En Algérie :**

L'amandier existe à l'état spontané en Algérie. A L'Est de l'Algérie, les vergers d'amandiers se trouvent plutôt en pentes, dans les wilayas de Guelma et de Constantine et s'étendent vers centre Est de l'Algérie et dans le Nord de la wilaya de Sétif vers Bejaïa et allant jusqu'à la wilaya d'Alger.

Dans la wilaya de Sétif . Les amandiers d'amande amère sont en grande partie sauvages et sont situées en la lisière des forêts au Nord du Sétif et à Bejaïa, une surface qui s'étend jusqu'à la wilaya d'Alger.

La commune de Miliana de la wilaya d'Aïn Defla, au centre-Sud d'Alger aussi est un lieu du peuplement des amandiers d'amande amère. A L'Ouest du pays, dans la wilaya de Tlemcen et celle d'Oran, l'amandier d'amande amère est utilisé comme porte-greffe et les amandes amères ne sont pas exploitées ni industriellement, ni de manière artisanale. **(Tozanli, 2018)**

Les variétés d'amandier autorisées à la production et à la commercialisation actuellement par l'Etat sont : AI, Non Pareil, Nec Plus Ultra, Drake, Fournat de Brezenaud, Macona, Texas, Ferraduel, Mazetto, Princesse, Ferragnes. **(Deuxieme rapport national sur l'etat des ressources phyto-genetiques, 2006). (Tableau 01)**

**Tableau01:** Liste des variétés d'amandier en Algérie **Auguste (1950)**, d'après **(Inraa, 2006)**.

Variétés	Origine	Coque	Observations
AI	Métropole	Tendre	La plus intéressante des tendres : oranie
Bateriana	Sicile	Tendre	Consommés en vert surtout : zone littorale
Non Pareil	Californie	Tendre	La plus tendre
Nec Plus Ultra	Californie	Tendre	Amandons allongés
I x L	Californie	Tendre	Bonne amande de dessert
Drake	Californie	Tendre	-
Fournat de Brezenaud	Française	Tendre	-
Languedoc	Française	Tendre	Peu d'amandons doubles
Grosse tendre	?	Tendre	Développement énorme
Cavalliera	Tunisie	Tendre	-
Avola	Italienne	Dure	Recherchée pour les dragées
Desmayo	Espagnole	Dure	Rare en Algérie, très fertile

Macona	Espagnole	Dure	Répandue , recherchée pour pâte d'amande
Constantini	?	Demi-dure	Bonne pour les régions arides
Perless		Demi-dure	Très fertile
Texas	Californie	Demi-Rare	Cultivé pour la pollinisation, fruit sans

#### I.4. La production d'amande :

##### I.4.1. La production d'amande en Algérie :

A partir des années 2000, l'Algérie, en adoptant le plan national pour le développement de l'agriculture (PNDA), visait le développement de la filière "arboriculture fruitière" à travers l'accroissement du rythme de plantation, l'arrachage des vieilles plantations et l'augmentation des quantités à l'exportation. Ce plan permet l'augmentation de production d'amandier en Algérie et l'expansion de la superficie de sa culture (**Tableau 02**).

**Tableau 02:** Evolution de la production de fruits en Algérie.(Ministère de l'agriculture)

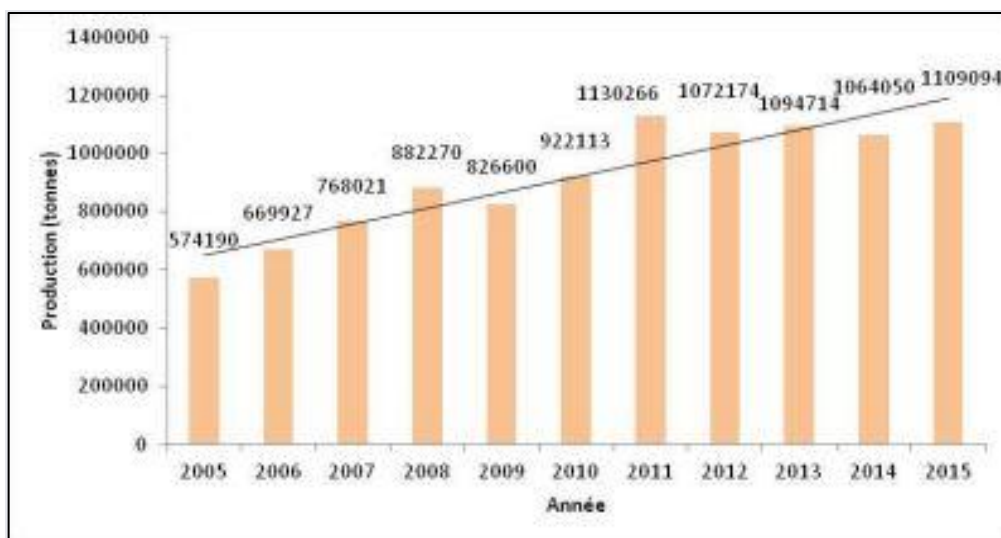
Année	Superficies en ha			Evol	Production en tonnes			Evol
	2000	2005	2012	2012/2000	2000	2005	2012	2012/2000
<b>Palmiers dattiers</b>	12M	16.5M	18.2M	68.33%	440000	516293	789357	79.40%
<b>Arguments</b>	46010	62126	65353	42.04%	470000	627406	1087832	131.45%
<b>figues</b>	/	6M	6M	/	54326	69799	110058	102.59%
<b>Abricot</b>	13390	45695	47376	253.82%	56354	145096	269308	2311.2%
<b>Amandes</b>	27150	55205	49975	84.07%	26480	45378	66488	917.0%
<b>Pêches</b>	9930	23153	23249	134.13%	59140	95059	177986	12.4%
<b>Poires</b>	10940	32423	30351	177.43%	74176	158193	211191	139.9%
<b>Pommes</b>	13480	50148	48828	262.23%	96517	199712	397529	118.8%
<b>Cerises</b>	2260	3806	3575	58.19%	4168	3081	7930	2031.0%
<b>Grenades</b>	4220	10509	11159	164.43%	25639	41354	71706	69.07%

<b>Nèfles</b>	1970	2955	2669	35.48%	13485	25412	28093	431.75%
<b>Raisins table</b>	34150	52406	47224	38.28%	162154	261028	473257	191.86%
<b>Prunes</b>	5920	21865	21300	259.80%	26353	46216	105490	1480.5%

La superficie de culture d'amandier est expansé de 27150 h en 2000 à 49975 h en 2012, aussi la production est augmenté de 26480 tonne en 2000 à 66480 tonne en 2012.

#### I.4.2. La production mondiale des amandes :

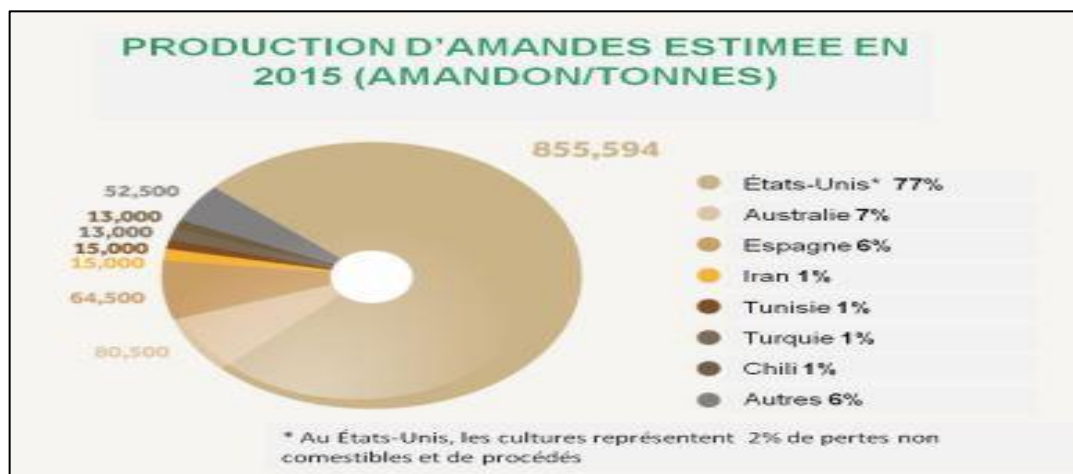
En 2005, le Bassin méditerranéen assurait près de la moitié de la production mondiale d'amandes (47%), avec environ 800 000 tonnes et selon les statistiques de (**International nut & dried fruit council, 2016**) la production mondiale des amandes a augmenté considérablement durant les dix dernières années (**Figure 05**). Elle passait de 574 mille tonnes (T) en 2005 à 1109 mille T en 2015 soit une augmentation de 93% .



**Figure 05:** Evolution de la production mondial d'amandes (amandon) entre 2005 et 2015.

(**International nut & dried fruit council, 2016**)

Les États-Unis d'Amérique, l'Australie et l'Espagne sont les principaux producteurs avec respectivement 856, 80, et 64 mille T (**Figure 06**), représentant ainsi 90% de la production mondiale d'amandes pour la saison 2016.



**Figure 06:** Estimation de la production mondiale d'amandon en tonnes et en fonction des pays pour la saison 2015/2016. (International nut & dried fruit council, 2016)

### I.5. Le cycle de vie des amandes :

Dans le cycle les amandes sont Passé par 8 Stade principale :

#### I.5.1. Temps de repos (La dormance) :

De novembre à janvier, les amandiers traversent une période d'inactivité pendant laquelle ils perdent leurs feuilles .

Les sols des vergers absorbent et retiennent l'eau de pluie pour la prochaine saison de production, tandis que les arbres stockent les nutriments et l'énergie nécessaires à la récolte de l'année qui suit. À l'approche de la fin de cette période d'inactivité, les bourgeons commencent à grossir sur les branches des arbres et annoncent la floraison.

#### I.5.2. Floraison :

Entre mi-février et mi-mars, les bourgeons des amandiers s'ouvrent et forment de magnifiques fleurs de couleur blanche et rose clair

(<https://www.amandes.fr/why-almonds/almond-lifecycle>)

### **I.5.3. Pollinisation :**

L'espèce amandier est dite « auto-incompatible ». Cela signifie qu'une fleur ne peut pas être fécondée par son propre pollen. Ce caractère limite la production des vergers monovariétaux. Il faut donc assurer une fécondation « croisée » et pour cela, planter plusieurs variétés (au moins deux) dans une même parcelle.

Certaines variétés récentes sont auto-compatibles, c'est-à-dire qu'elles n'ont pas besoin du pollen d'une autre variété pour se féconder et on peut donc les planter en verger monovariétal. Dans tous les cas, l'apport des ruches est nécessaire pour optimiser la pollinisation. (**Référentiel technique de la culture de l'amandier en Provence-Alpes-Côte d'azur, 2017**)

### **I.5.4. Croissance :**

De mars à juin, les amandes mûrissent jusqu'à atteindre leur taille finale. Leur coque durcit et finit par se recouvrir d'une peau protectrice au toucher duveteux. Une fois les pluies printanières passées et lorsque le climat se fait plus clément, les agriculteurs commencent à arroser leurs vergers afin de soutenir la culture en pleine croissance.

C'est aussi à cette période-là que les amandes vertes peuvent être récoltées pour répondre à différents usages culinaires.

### **I.5.5. Ouverture des Peaux :**

En juillet, la peau des amandes s'ouvre, laissant apparaître la coque et permettant à celle-ci ainsi qu'à l'amande qu'elle contient de sécher. Peu de temps avant la récolte, les peaux prennent une couleur jaune paille et s'ouvrent complètement.

**I.5.6. Récolte :**

D'août à octobre, des « secoueurs » mécaniques récoltent les amandes en secouant vigoureusement les arbres pour faire tomber les amandes au sol. Celles-ci sèchent ensuite naturellement sous les rayons du soleil avant d'être divisées par une « balayeuse ».

Par la suite, une récolteuse ou « ramasseuse » passe dans les rangs, aspirant les amandes dans un chariot qui les achemine à l'extrémité du verger, afin qu'elles soient transportées vers la prochaine étape de leur voyage. Sachant que chaque variété d'amande se récolte séparément, l'opération est renouvelée généralement deux à trois fois pour chaque verger.

C'est lors de cette phase cruciale que les amandiers commencent à développer les branches qui serviront à la récolte de l'année suivante, les agriculteurs veillent alors à apporter aux arbres tout ce dont ils ont besoin.

**I.5.7. Décorticage et calibrage :**

Une fois la récolte effectuée, les amandes sont transférées dans un atelier de mondage / décorticage, où les amandes passent dans une machine qui retire la peau, la coque et les éventuels débris du verger, tels que les brindilles et cailloux. Les producteurs d'amandes adoptent une démarche zéro déchet, s'assurant que tout ce qui est produit par le verger est utilisé. Les coques d'amandes sont ainsi recyclées pour obtenir un matériau de litière servant au bétail, tandis que les peaux constituent apport précieux en laitages.

Des recherches sont en cours pour trouver de nouvelles utilisations possibles.

### **I.5.8. Stockage et livraison :**

Suite au calibrage, les amandes sont conservées dans des conditions de stockage contrôlées afin de préserver leur qualité. Elles sont ensuite expédiées pour la vente ou transformées sous différentes formes, pour être utilisés dans une large diversité de préparations culinaire.

(<https://www.amandes.fr/why-almonds/almond-lifecycle>)

### **I.6. La différence entre la variété douce et amère d'amandier :**

- Selon **Tozanli (2018)** les fleurs d'arbres d'amandier douce est blanc et les fleurs d'amandier amère est rosé.
- Les amandes amères se différencient de celle dites douce par leur teneur en amygdaline responsable de leur amertume (**Yada et al., 2011**).
- La consommation de 50 à 60 amandes suffirait à tuer un homme adulte à cause de l'existence d'amygdalin qui est une molécule toxique.
- Les amandes amères contiennent une teneur plus élevée en flavonoïdes.
- L'amandier amère est l'amandier sauvage et que l'amandier douce serait la variété issue de domestication.

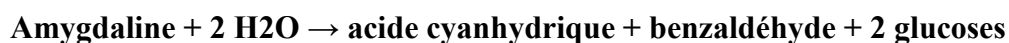
### **I.7. Toxicité des amandes amères :**

La molécule indirectement responsable de l'amertume et de la toxicité de l'amande est l'amygdaline. Elle peut s'accumuler dans les amandes amères à un taux mille fois supérieur à celui présent dans les amandes douces. (**Thodberg et al., 2018**)

L'amygdaline est un glycoside cyanogène présent dans les tissus de nombreuses plantes jouent un rôle antibactérien et antifongique naturel et servent de répulsifs contre les rongeurs, les insectes et les prédateurs, les substances cyanogènes demeurent parmi les

substances les plus toxiques pour l'homme, qui s'hydrolyse (par l'action d'un complexe enzymatique) après lésion des cellules en donnant de l'acide cyanhydrique (HCN), du benzaldéhyde et du glucose.

La réaction qui s'effectue en plusieurs étapes, a pour bilan final :



Après ingestion, l'amygdaline est hydrolysée en cyanure dans l'intestin grêle par action des  $\beta$ -glucuronidases du microbiote intestinal. Sinon le simple broyage d'amandes amères, suffit à mettre en contact l'amygdaline avec la  $\beta$ -glucuronidase des tissus de l'amande (émulsine) et à provoquer son hydrolyse. La toxicité provient de la formation de l'ion cyanure ( $\text{N}\equiv\text{C}^-$ ) qui après absorption par l'humain, se fixe sur les atomes de fer contenus dans l'hémoglobine et le cytochrome oxydase mitochondriale. Par cette action, il empêche alors l'utilisation de l'oxygène apporté par le sang. Certaines cellules, comme les neurones situés au niveau de la base de la moelle allongée (bulbe) où se trouve le centre respiratoire, sont particulièrement sensibles à cette action.

Par conséquent, le cyanure entraîne une diminution de l'activité respiratoire à l'origine de multiples atteintes neurologiques, respiratoires et cardio-vasculaires.

## **I.8. L'utilisation des différentes parties d'amandier :**

### **I.8.1. Le noyau :**

#### **A. Noyau d'amande douce :**

- Les amandes contiennent plusieurs nutriments à savoir les acides gras insaturés, les protéines, les vitamines les minéraux. En plus de leur valeur nutritionnelle, elles sont douées de nombreuses vertus thérapeutiques et pharmacologiques comme les effets anti-

stress (**Bansal et al., 2009**), anti-oxydant (**Pinelo et al., 2004**) et immunostimulant. (**Puri et al., 2000**)

- Les amandes douces ont un goût très agréable. On les consomme crues, grillées, pilées ou sous forme de pâte. On en tire également une huile à usage cosmétique ou pharmaceutique. (**Auburn et Magnan, 2008**).
- Les amandes sont un remède alimentaire utile pour l'anémie car elles contiennent du cuivre, du fer et des vitamines.
- Amande contenant des acides gras insaturés riches a bénéfique effets sur le taux de cholestérol sanguin et le profil lipoprotéique chez l'homme. (**Berryman et al., 2011**)
- **Hyson et al., (2002)** ont illustré que les personnes qui mangent de l'amande et son huile peuvent réduire significativement les triacylglycérols plasmatiques inférieurs et totaux et faibles densités lipoprotéines (LDL) cholestérol avec augmentation des taux de cholestérol des lipoprotéines de haute densité (HDL).
- **Kendall., Jenkins., Marchie., Parker et Connelly., (2002)** ont souligné que la consommation d'amandes peut réduire considérablement les facteurs de maladie coronarienne.
- Les amandes contiennent plusieurs nutriments à savoir les acides gras insaturés, les protéines, les vitamines les minéraux et des substances qui améliorent la santé des vaisseaux sanguins et la fonction artérielle.
- Les amandes contiennent plusieurs nutriments à savoir les acides gras insaturés, les protéines, les vitamines les minéraux et des substances qui améliorent la santé des vaisseaux sanguins et la fonction artérielle.
- La consommation d'amande douce aurait un effet calmant sur les douleurs et aigreurs d'estomac par le film lipidiques qui se dépose sur la muqueuse et qui pourrait limiter un

peu les effets irritants des sécrétions (acide chlorhydrique et pepsine). **(Tonolli et Gallouin, 2013)**

#### **B. Noyau d'amande amère :**

- Il est utilisée en petite quantité, pour parfumer et égayer les pâtisseries, les confiseries, les liqueurs et les sirops depuis l'antiquité.
- Il est conseillé dans plusieurs cultures des pays du pourtour méditerranéen de consommer 2-3 amandes par jour pour une bonne digestion. Cependant ce conseil ne concerne que les adultes, les enfants peuvent en mourir en cas de consommation des amandes amères, même en petite quantité. **(Tozanli, 2018)**
- Les amandes amères sont aussi utilisées dans la production des arômes. **(Yada et al., 2011)**.
- Il s'agit toutefois aujourd'hui d'un arôme de synthèse dépourvu de toute toxicité. **(Thomas, 2011)**.
- Leur consommation réduit le risque des maladies cardiovasculaires. **(Moayedi et al., 2010)**
- Recherches récentes ont prouvées que la toxicité de l'amande amère est bonne pour inhiber la croissance des cellules cancéreuse. Cependant, Laétrile, un médicament contenant l'amygdaline et utilisée en tant que remède anti-cancérigène a été interdite aux Etats-Unis par le FDA (Food and Drug Administration) et par la Commission européenne dans l'U.E. en raison des cas mortels rencontrés auprès des personnes qui en ont consommée. **(Tozanli, 2018)**

#### **I.8.2. La pellicule :**

- La pellicules sont riches en antioxydants **(Mandalari et al., 2010)**.
- La peau d'amande ou son extrait riche en polyphénols ont été appliqués à des modèles animaux de maladies. La consommation de 50 mg/kg de poids corporel (p.c.) d'extrait de

- polyphénol de peau d'amande a augmenté la résistance à l'oxydation des LDL ex vivo du hamster. (**Chen et al., 2005**)
- La consommation de 30 mg/kg p.c. de peau d'amande a réduit l'inflammation après une lésion de la moelle épinière chez des souris CD1. (**Mandalari et al., 2011a, 2011b**)  
Cependant, la peau d'amande appauvrie en polyphénols obtenue après blanchiment de l'amande entière ne confère pas de protection dans le même modèle. (**Mandalari et al., 2011b**)
  - La même dose de 30 mg/kg p.c. de peau d'amande a réduit les symptômes de colite et les cytokines coliques après l'injection rectale d'acide dinitrobenzène sulfonique chez des souris CD1. (**Mandalari et al., 2011a**)
  - Un gavage oral de 10 mg/kg de procyanidines isolées de peau d'amande à des souris a réduit l'hépatotoxicité induite par l'acétaminophène. (**Truong et al., 2014**)
  - **Mandalari** et ses collaborateurs (**2010b**) ont évalué le potentiel prébiotique de la peau d'amande à l'aide d'une digestion gastrique et duodénale *in vitro*, suivie d'une fermentation colique par cultures bactériennes fécales mixtes. Leurs résultats ont montré que la peau d'amande présentait le potentiel d'être utilisée comme nouvelle source de prébiotiques, augmentant les populations de bifidobactéries et de *Clostridium coccoides*/*Eubacterium* rectale et diminuant le nombre du groupe *Clostridium hystolyticum*.
  - **Mandalari** et ses collaborateurs (**2010a**) ont démontré que les fractions de peau d'amande inhibaient les bactéries gram positives (*Staphylococcus aureus* et *Listeria monocytogenes*), la peau brute étant plus active que la peau blanchie.
  - **Liu** et ses collaborateurs (**2014b**) ont évalué les effets prébiotiques de l'ingestion de peau d'amande et d'amande chez des humains sains.
  - L'ingestion de peau d'amande et d'amande peut conduire à une amélioration du profil microbiotique intestinal et à une modification des activités bactériennes intestinales, en

induisant des changements dans les activités enzymatiques bactériennes, notamment une augmentation significative de l'activité fécale  $\beta$ -galactosidase et une diminution des activités fécales  $\beta$ -glucuronidase, nitroreductase et azoreductase. Qui induiront la promotion des facteurs favorables à la santé et l'interdiction des facteurs nuisibles. En fait, la présence de divers flavonoïdes et acides phénoliques peut contribuer aux propriétés prébiotiques de la peau d'amande. (**Mandalari, 2012 ; Mandalari et al., 2010a, 2010b, 2010d**)

- Une étude menée en 2013 met en évidence une forte activité prébiotique suite à la consommation de la peau des amandes, notamment grâce à une croissance importante de Bifidobactéries et de Lactobacilles au niveau de la flore intestinale, associée à une réduction des taux de clostridium perfringens. (**Berthoud, 2014**)

### **I.8.3. La coque et la coquille :**

- La coque d'amande utilisée (100% pure) comme milieu de culture peut être plus écologique de l'environnement et moins chère que la laine de roche traditionnelle. (**Urrestarazu et al., 2005**)
- La coque d'amande a été utilisée pour enlever le pentachlorophénol à partir de matrices aqueuses. (**Estevinho et al., 2006**)
- Les coquilles peuvent être utilisées pour la production de charbon actif pour adsorber le bleu de méthylène (**Trachi, 2015**), surtout la coquille d'amande amère qui contient des taux d'acides grasses plus élevés que la coquille d'amande douce.

### **I.8.4. Les huiles d'amande douce et amère :**

- Selon **Jacqueline et al., 2007** et **Qing-an et al., 2009**, l'huile d'amande est classée parmi les huiles cosmétiques les plus connues, et leur principale intérêt sont :

- L'huile d'amande est largement utilisée en aromathérapie pour le massage du corps, c'est une huile hautement absorbable avec une grande émolliente rendant la peau douce, par son effet lubrifiant et elle permet à la peau de maintenir un équilibre hydrolipidique normal .
  - Ceux qui ont la peau sensible ont tendance à se allergies de la peau assez souvent .Ils devraient massage leur corps avec l'huile d'amande régulièrement pour obtenir un allégement de démangeaisons et d'irritations cutanées, et lutte contre les inflammations.
  - L'effet de masser le corps avec l'huile d'amande peut apporter beaucoup de soulagement des douleurs musculaires presque instantanément.
- Elle rend la peau douce et souple. En bref, elle agit comme un hydratant naturel pour tous les types de peau. Les huiles et leurs composants sont connus pour posséder des activités antioxydantes et pourraient donc servir d'agents de conservation alimentaire, ou approuvés comme additifs alimentaires. **(Caillet et Lacroix, 2007)**
  - Elles font l'objet d'étude pour leur éventuelle utilisation comme alternative pour la protection des aliments contre l'oxydation. **(Bouhdid et al ., 2006)**
  - Le recours aux huiles s'avère être un choix pertinent face à un risque de contamination précis ou à la nécessité de réduire ou remplacer les agents de conservation chimiques ou synthétiques. **(Caillet et Lacroix, 2007)**
  - En savonnerie, les acides gras saturés confèrent aux huiles d'amandes un pouvoir détergent et moussant très intéressants. **(Morin et al., 1994)**
  - Dans l'industrie des tensioactifs : les dérivés sont obtenus à partir des acides gras dont 90 % sont saturés. **(Arkcoll, 1988)**
  - Dans l'industrie des lubrifiants : la stabilité et la faible oxydation des acides gras conviennent parfaitement pour la confection des huiles moteur **(Voituriez et nuce, 1997).**

- Peut être utilisée dans la fabrication de biodiesel. (**Atapour, 2011**)
- Elle est considérée comme anti-inflammatoire, immunitaire, anti-hépatotoxique et peut aussi réduire l'incidence du cancer du côlon. (**Ahmad, 2010**)
- Elle est bien absorbée et riche en vitamines liposolubles E et A. L'huile d'amande réduit les cicatrices de la peau et rajeunissante. (**Mibarki, 2017**)
- L'huile d'amande est employée comme crème hydratante de peau, antiride et anti-vieillissante. (**Jackson, 1992**)
- L'huile d'amandes douces est employée en médecine à usage interne comme adoucissant dans certaines maladies inflammatoires du canal intestinal. (**Chevallier, 1875**)
- Selon **Tozanli, (2018)** :
  - L'huile d'amandes reconnue pu ses vertus d'éliminer les taches de rousseur et l'eczéma.
  - Il est également conseillé de l'utiliser l'huile d'amande amère pendant la grossesse pour empêcher la formation de fissures au niveau de la peau abdominale.
  - Dans la pharmacopée ancienne, l'amande amère est conseillée pour casser les calculs rénaux et pour réguler le taux du sucre dans le sang, par conséquent pour soigner le diabète.
  - La toxicité et l'amertume de l'amande amère inhibent efficacement la croissance des infections par des bactéries, des protozoaires ou des virus dans le corps, ce qui réduit la fièvre.
  - Son huile a été utilisée à des doses très faibles comme fébrifuge pour les fièvres chroniques.
  - L'huile d'amande amère peut être appliquée extérieurement pour anesthésier localement les nerfs et les rendre insensibles à toute sensation, même la douleur.

- Elle est reconnue aussi pour ses propriétés diurétiques, anti-inflammatoires et antispasmodiques.
- Dans certaines régions, elle est utilisée également contre les hémorroïdes.
- Les recherches récentes, en Iran, aux Etats-Unis et en Europe, préconisent que l'huile d'amande amère peut être utilisée dans la fabrication de biodiésel en raison des taux élevés d'acides grasses oléique et linoléique qu'elle contient.

#### **I.8.5. D'autre utilisation :**

- En médecine traditionnelle, toutes les parties de l'amandier sont utiles. A titre d'exemple, les feuilles fraîches, appliquées localement, calment les douleurs des contusions, des brûlures et des plaies. **(Tessier, 2014)**
- Le bois d'amandier, dur, dense et de couleur roussâtre, est employé en marqueterie et il fournit un excellent combustible. **(Tonolli et Gallouin, 2013)**

#### **I.9. Les conditions climatiques de l'amandier :**

##### **I.9.1. Sensibilité au gel :**

Durant la période de repos végétatif, l'amandier peut résister à des températures très basses, jusqu'à -15 à -20°C. En période végétative, l'amandier est très sensible au gel. Ce paramètre est le principal facteur limitant de la production d'amande. On admet que les risques de gel sont à craindre à partir de :

- -3 à 3°C au stade bourgeon.
- -2 à -3°C à la fleur.
- -1 à 1°C au stade jeune fruit.

Les dégâts occasionnés sont fonction de la durée du gel, de la position des bourgeons, fleurs ou fruits sur l'arbre (les organes situés au sommet ayant moins de risque d'être atteints par le gel), de l'état physiologique de l'arbre.

### **I.9.2. Sensibilité aux excès d'eau :**

L'amandier est également très sensible à l'asphyxie racinaire. L'analyse du profil du sol et le choix du porte greffe, voire la mise en place de fossés et drains, sont donc des dispositions nécessaires à prendre lors de l'implantation d'un verger.

Dans certains sols, s'il y a une accumulation d'eau importante (sols très argileux ou présence de nappe perchée), les aménagements ne suffiront pas.

Dans ce cas, il paraît plus raisonnable de ne pas planter d'amandiers.

### **I.9.3. Besoins en froid :**

L'amandier a besoin de froid pour débourrer et fleurir au printemps. Les besoins sont estimés entre 100 et 400 heures (**Grasselly et Duval, 1997**) en dessous de 7°C. Ces besoins en froid sont inférieurs à ceux d'autres espèces fruitières cultivées en PACA et plus facilement satisfaits en cas d'hiver doux.

### **I.9.4. Besoins en lumière :**

L'amandier a des besoins en lumière importants. Les parties trop à l'ombre s'étiolent et se dessèchent.

La malformation des fleurs et un faible taux de fructification sont la conséquence d'un manque de lumière. Ce besoin de lumière est à prendre en compte dans :

- Le choix de la parcelle (exposition).
- Le mode de conduite et les distances de plantation.
- Les techniques de taille.

### **I.9.5. Période de plantation :**

La plantation de l'amandier doit se dérouler après son entrée en repos végétatif (entre fin octobre et mi-novembre) et avant le redémarrage de la végétation (fin février-début mars), en évitant les périodes de gel.

Dans les régions où les vents forts de Nord-Ouest peuvent entraîner le dessèchement des jeunes plants, il est conseillé de planter en fin d'hiver, juste avant la reprise végétative.

**(Evreinoff, 1952)**

### **I.9.6. Période de récolte :**

La récolte des amandes vertes n'est pas mécanisable mais plutôt manuelle et a lieu vers le mois de juin, avant que la coque ne durcisse (période de 8 à 10 jours). On les détache par torsion pour éviter de blesser le rameau. Le rendement de cueille varie entre 15 et 20 kg à l'heure **(Grasselly et Duval, 1997)**.

L'amande verte ne se conserve pas longtemps (3 à 4 semaines) et se récolte en fonction de la demande. Une fois les amandes sont en phase de maturité (en sec) la récolte est mécanisable. Elle s'effectue lorsque le fruit « baille » c'est-à-dire que la gove est ouverte et la coque visible. On dispose de 12 à 15 jours pour réaliser l'opération dans de bonnes conditions. Une certaine variabilité des teneurs en nutriments individuels peut s'attendre puisque les amandes sont des produits naturels.

La variabilité de la composition nutritionnelle reflète des facteurs génétiques, environnementaux et analytiques. **(Pennington, 2008)**

**(Référentiel technique pour la culture de l'amandier en Provence-Alpes-Côte d'Azur, 2017)**

## **I.10. Technique culturelle de l'amandier :**

### **I.10.1. Installation de l'amandier :**

L'amandier est tolérant au calcaire actif. C'est une espèce résistante à la chlorose grâce à sa grande capacité d'extraire le fer. (Alaoui, 2005)

**A. Préparation du sol :** A la plantation, si le sol présente un profil homogène, un labour de défoncement d'une profondeur de 40-60 cm est suffisant pour améliorer la perméabilité du sol et son aération. Dans le cas de profils hétérogènes (croûte calcaire ou couche imperméable en profondeur), un sous-solage sans retournement du sol est préférable (fissuration du sol et meilleure pénétration et développement des racines). (Belaid, 2016)

**B. Fertilisation :** Pour définir les apports nécessaires avant plantation deux étapes préalables sont nécessaires :

➤ Le profil de sol pour évaluer :

- Les conditions d'enracinement (profondeur du sol, structure, porosité, compacité).
- La fertilité biologique (insectes décomposeurs, vers de terre).
- La présence de matières organiques.

➤ L'analyse de sol pour mesurer :

- La granulométrie (% sables, limons, argile) qui permet de définir la texture.
- Le PH.
- La fertilité du sol par la capacité d'échange en cations ( $K^+$ ,  $Mg^{++}$ ,  $Fe^{++}$ ...) également appelée « CEC ». Ce paramètre indique la capacité du sol à fixer et échanger ces cations. Une CEC élevée témoigne d'une grande réserve en éléments disponibles pour les plantes.
- Le dosage des éléments minéraux ( $P_2O_5$ ,  $K_2O$ ,  $MgO$ ) et des oligo-éléments (fer, manganèse, bore...). C'est une information essentielle, mais leur disponibilité pour la

culture l'est tout autant. Ainsi il faut corrélérer ses dosages avec l'analyse des paramètres de structure du sol, de texture, de quantité de matières organiques présentes, le rapport C/N, la CEC (**Référentiel technique pour la culture de l'amandier en Provence-Alpes-Côte D'azur, 2017**). Les résultats d'une analyse de sol seront la base de réflexion d'un programme de fertilisation raisonnée, l'analyse sera renouvelée tous les 5 ans et le plan de fumure modifié si besoin. La fumure doit permettre de satisfaire l'ensemble des besoins. (**Tableau 03**)

**Tableau 03:** Les besoins et les apports de fertilisants de l'amandier (Rdt=rendement).

(Alaoui, 2005)

	Exportations (kg/ha)		Immobilisation (bois et charpente) (kg/ha)	Besoins totaux (kg/ha)		Apport (kg/ha)	
	Rdt 1t/ha	Rdt 4t/ha	Kg/ha	Rdt 1t/ha	Rdt 4t/ha	Rdt 1t/ha	Rdt 4t/ha
<b>Azote</b>	10-20	40-80	40	50	100	30	90
<b>Phosphore</b>	1.5-2.5	6-10	6	18	37	20	50
<b>Potassium</b>	13-15	52-60	30	55	108	40	100
<b>Calcium</b>	1.5-2.5	6-10	30	45	56	-	-
<b>Magnésium</b>	0.8-1.0	3.2-4.0	4	8	14	20	50
<b>Fer</b>	0.4-0.6	1.6-2.4	1.5	-	-	Si sol basique	
<b>Manganèses</b>	0.04-0.006	0.16-0.24	0.5	-	-	Si sol basique	
<b>Zinc</b>	0.1-0.3	0.4-0.12	0.8	-	-	Oui	

**C. Choix Du Matériel Végétal :** Le choix des variétés est un acte d'une très grande importance dans l'implantation d'un verger d'amandier. Bien que le potentiel de rendement soit essentiel dans le choix des variétés, il peut différer selon l'année, les conditions édaphiques, les conditions de pollinisation, et les techniques culturales. Toutefois, certaines variétés alternent plus que d'autres. (Alaoui, 2005)

C'est ainsi que les critères suivants:

- Tardivité de floraison permettant d'échapper au gel.
- Rapidité de mise à fruit du jeune arbre.
- Port naturel de l'arbre facilitant l'établissement d'une charpente solide, facile à former et simplifiant la taille.
- Régularité et abondance de la production.
- Coque ni trop dure ni trop tendre, bien scellée, protégeant bien l'amande contre les insectes et parasites.
- Résistance de l'arbre aux maladies cryptogamiques.
- Absence de graines doubles dans le fruit.
- Téguments clairs et lisses. Après 1970 d'autres critères seront ajoutés à cette liste connue:

\* Auto fertilité (auto compatibilité des fleurs).

\* Maturité précoce. (Grasselly, 1985)

### **I.10.2. Plantation :**

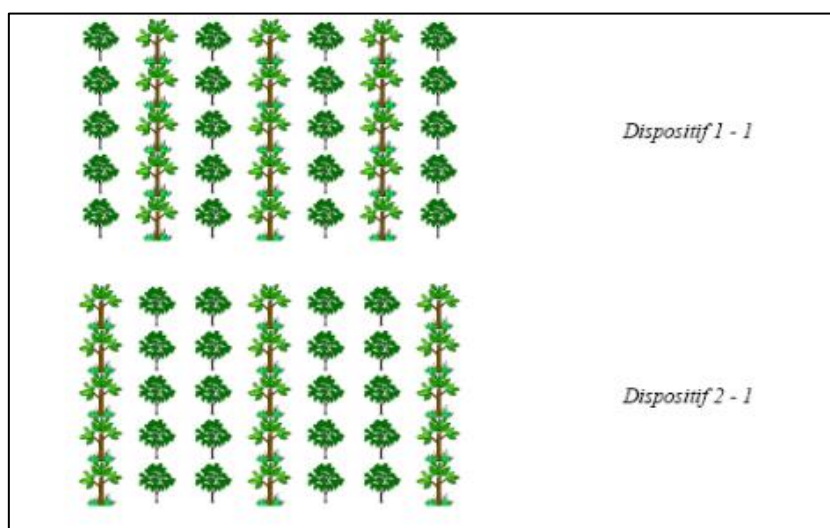
**A. Epoque de plantation :** La plantation peut s'effectuer durant la période de repos végétatif et au plus tard avant son démarrage (décembre à fin février).

**B. Densité de plantation :** Une densité de 7 m x 6 m (238 arbres /ha) est le plus couramment utilisée.

Elle permet d'obtenir des arbres volumineux et est adaptée à la récolte mécanique (place suffisante pour le passage de la récolteuse).

**C. Haies brise-vents :** En zone soumise régulièrement aux vents violents, les haies brise-vents sont recommandées. Attention, si ces haies sont implantées trop près des amandiers, elles peuvent limiter le développement des premiers rangs. Le choix des essences doit être motivé par la vitesse de pousse et les besoins en eau.

**D. Dispositif de plantation :** Sur une parcelle avec des variétés nécessitant un pollinisateur, il faut alterner les rangs. Pour une bonne pollinisation croisée, on peut disposer 1 rang de pollinisateurs pour 2 rangs de variété principale ou 1 rang pour 1 rang (moins courant). Pour faciliter la récolte, conserver des rangs complets d'une seule variété. (**Figure 07**)



**Figure 07:** Dispositif de plantation. (<https://docplayer.fr/amp/21380747-La-culture-de-l-amandier-guide-pratique.html>)

**E. Mise en place des plants :** Les racines de l'amandier étant très sensibles à l'exposition à l'air, la plantation doit être réalisée immédiatement à la réception des plants. Si tel n'est pas le cas, mettre en jauge arbre par arbre. Enfin, il faut arroser généreusement pour que la terre enveloppe correctement les racines.

(<https://docplayer.fr/amp/21380747-La-culture-de-l-amandier-guide-pratique.html>).

## **I.11. Les modes de multiplication d'amandier :**

### **I.11.1. Multiplication d'amandier par greffage :**

Le premier porte-greffe utilisé dans le passé pour l'amandier, lorsque celui-ci commença à être greffé, fut l'amandier de semis au France. Ce porte- greffe offre un certain nombre d'avantages :

- La résistance à la chlorose en sols calcaires .
- La résistance à la sécheresse .
- Une grande longévité. Il présente cependant un certain nombre de défauts.
- Une croissance lente à l'installation du verger.
- Une grande sensibilité à l'asphyxie radicaire lors de fortes chutes d'eau en terrain plat et lorsque le sol est composé d'éléments fins .
- Une sensibilité aux nématodes du groupe Meloidogyne.
- Une sensibilité au pourridié" (Armillaria) et au Phytophthora.

Des sélections de porte-greffe dans des types d'amandiers de semis ont été réalisées dans un passé récent en Espagne, en France et en Italie dans le but d'obtenir des descendances relativement homogènes présentant quelques particularités :

- Résistance aux Nématodes et aux Capnodes. Ces recherches pourtant prometteuses ont malheureusement été mises en sommeil en raison de la concurrence de porte-greffe clonaux.
- Elles avaient comme objectif de produire des porte-greffe à faible coût pour les agriculteurs des pays moins développés.

Signalons enfin que contrairement à certaines croyances, le semis des amandiers amers, s'il présente l'avantage de ne pas être dévoré en pépinière par les rongeurs, n'est pas plus résistant aux Capnodes que le semis d'amandier douce. Ce coléoptère parasite provoque de

très gros dégâts dans les vergers de fruits à noyaux des régions sèches (Maroc, Sicile, etc.) et on peut encore regretter que le travail de sélection entrepris par **Mulas en (1988)**, qui avait montré que certaines descendances d'amandiers étaient beaucoup plus résistantes que d'autres, ait été interrompu.

### **I.11.2. Semis des graines d'amandier :**

Les amandes récoltées en Juillet-Août sont conservées dans un local frais et sec jusqu'à leur stratification en Décembre. Cette opération consiste à entreposer les graines dans du sable humide à 4-5°C pendant 45-60 jours, ce qui permet de lever la dormance et hâter la germination des amandes. En Juillet-Août de l'année suivante, les graines sont greffées à œil dormant et les plants peuvent être livrés en Décembre-Janvier pour la plantation. (**Belaid, 2016**). (**Figure 08**)



**Figure 08:** Semis de graine d'amandier. (**Photographie personnelle**)

### **I.11.3. La culture *in vitro* d'amandier :**

Chez l'amandier, un nombre limité de génotypes ont, jusque-là, fait l'objet d'essai de microbouturage, mais les résultats n'ont pas été encourageants, le problème majeur étant lié à la difficulté d'enracinement des vitroplantules. (**Tabachnik et Kester, 1977; Rugini et Verma, 1983**)

La culture *in vitro* d'amandier utiliser dans les études de **Saker, (2003)** qui basé sur la microbuturage des nœuds et des méristème des déférente variétés libanaise d'amandier dans des milieux des cultures à base des compositions minérale des milieux Murashige et Skoog et Quorin et *all*, ces deux milieux donner des bonnes résultats mais juste au 1<sup>er</sup> étape d'initiation des cultures, concerne les résultats la multiplication des tiges la coefficient de multiplication ne dépasse pas 3 dans les meilleurs des cas et la multiplication des racines les meilleurs résultats 56% de taux de multiplication dans une seule variété suite a un traitement implique une phase d'induction a' l'obscurité pendent 4h dans une solution de 100 ml de AIA, de suivez par le transfert des plantules sur le milieu MS diluée de moitié et dépourvu des régulateurs de croissance cet résultat en parallèle au problème de contaminations bactérienne et mycélien et problème liée à l'oxydation des composé phénoliques des tissus (le taux des contaminations des micro-boutures des nœuds plus élevé que les micro-boutures des méristèmes).

La culture *in vitro* et aussi utiliser dans les études de **Chalak et al., (2003)** pour évaluer l'aptitude d'enracinements de 3 variétés libanais avec l'utilisation de 7 traitement différentes par les types, la concentration des auxines et le mode de induction, les meilleurs résultats suit de traitement de 4 h sous l'action de l'acide indole acétique ou avec l'acide 3-indolybutyrique suivez de transférer des micro-boutures au milieu MS dépourvu des régulateurs de croissance, le taux d'enracinement est dépassé 90% dans les 3 variétés.

Les résultats de ces deux études confirmer que la réussite de culture *in vitro* d'amandier est généralement attaché avec les traitements utiliser et aussi confirmer la possibilité d'éviter le problème de difficulté d'enracinement.

# **Chapitre II:**

## **Matériels et méthodes**

## II.1. Classification systématique d'amandier :

Y'a quelques synonymes d'amandier *Prunus dulcis* (Mill) D.A. webb ,syn : *Prunus amygdalus batsch*, syn : *amygdalus communis*, mais la plus connue c'est *Prunus amygdalus*, Deux variétés d'amandes sont communément identifiées au sein de l'espèce « *Prunus amygdalus* » : Les amandes douces qui sont désignées comme « *Prunus amygdalus dulcis* », et les amandes amères qui sont dénommées « *Prunus amygdalus amarus* ». (Yada et al., 2011)

La classification de *Prunus dulcis* (Mill) D.A.webb, (1967) est la suivante :

- **Règne** : Plantae.
- **Sous-règne** : Tracheobionta
- **Division** : Magnoliophyta
- **Classe** : Magnoliopsida
- **Sous-classe** : Rosidae
- **Ordre** : Rosales
- **Famille** : Rosaceae
- **Genre** : *Prunus*
- **Espèce** : *amygdalus*

## II.2. Le matériel végétal :

Le matériel végétal utiliser ont été des micro-boutures des nœuds prélevée sur des rameaux vert a' partir d'une arbre d'amandier douce.

## II.3. Le milieu de culture:

Dans notre travail on utilise le milieu de culture MS (Murashige et Skoog, 1960), avec les composants présente dans le (Tableau 04).

**Tableau 04:** Les composants de milieu de culture MS, (1960) d'après. (**Cahier de références techniques, 1999**)

Éléments	Les composants de milieux MS	Les composants des solutions mère	Les quantités des composant(mg)	Les volume prélevé(ml) pour 500 ml de milieux MS
A	Macro-éléments	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> KNO <sub>3</sub> CaCl <sub>2</sub> -2 H <sub>2</sub> O MgSO <sub>4</sub> -7H <sub>2</sub> O KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	16500 19000 4400 3700 1700	25
B	Micro-éléments	MnSO <sub>4</sub> -H <sub>2</sub> O ZnSO <sub>4</sub> -7H <sub>2</sub> O H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub> KI Na <sub>2</sub> MoO <sub>4</sub> -2H <sub>2</sub> O CuSO <sub>4</sub> -5H <sub>2</sub> O CoCl <sub>2</sub> -6H <sub>2</sub> O	1115 430 310 41,5 12,5 1,25 1,25	5
C	Fer	Na <sub>2</sub> EDTA FeSO <sub>4</sub> -7H <sub>2</sub> O	1865 1390	5
D	Vitamine et acid aminés	Glycine Ac.Nicotinique Pyidoxine-HCl Thiamine-HCl	10 2,5 2,5 0,5	5
E	Sucres	Myo-inositol Sucrose	50 15000	
F	Agar		5000	

**II.3.1. Préparation des solutions mère :****- Solution mère de macro-éléments (A) :**

Volume de 500 ml consiste à :

- Verser 300 ml d'eau distillée dans un bécher de 500 ml .
- Peser et désordre chaque un des sel indique (A).
- Complete le volume a 500 ml avec l'eau distillée.
- Transférer la solution dans un flacon hermétique ambré.
- Identifier le flacon puis le ranger au réfrigérateur.

**- Solution mère de micro-éléments (B):**

Volume de 500 ml consiste à :

- Verser 300 ml d'eau distillée dans bécher de 500 ml.
- Peser et dissoudre chacun un des sels indique (B).
- Complété le volume a 500 ml avec l'eau distillée.
- Transférer la solution dans un flacon hermétique ambré.
- Identifier le flacon puis le ranger au réfrigérateur.

**- Solution mère de Fer (C) :**

Volume de 500 ml consiste à :

- Verser 300 ml d'eau distillée dans un bécher de 500 ml.
- Ajouter quelques gouttes de NaOH (1N) et chauffer jusqu'a l'ébullition.
- Couper la source de chaleur .
- Ajouter Na<sub>2</sub> EDTA et mélangé jusqu'a dissolution.

- Ajouter  $\text{FeSO}_4\text{-H}_2\text{O}$  et mélangé jusqu'à dissolution.
- Complété le volume a 500 ml avec l'eau distillée.
- Transférer la solution dans un flacon hermétique ambré.
- Identifier le flacon puis le ranger au réfrigérateur.

- **Solution mère de Vitamines (D) :**

50 ml consiste a :

- Verser 35 ml d'eau distillée dans un bécher de 50 ml .
- Peser et dissoudre les vitamines indiquée (D).
- Complété le volume a 50 ml avec l'eau distillée.
- Transférer le volume dans un flacon hermétique ambré bien couvre au papier aluminium.
- Identifier le flacon puis le ranger au réfrigérateur.

- **Les régulateurs de croissance :**

On utilise 2 balance hormonal par les composent présente dans le (**Tableau 05**). Par la dissolution de la quantité de régulateur de croissance dans quelque gouttes de solvant puis on complété le volume avec l'eau distillée (50 ml pour BAP et 25 ml pour AIA et 2,4-D).

**Tableau 05:** Les balances hormonal utiliser dans les milieux de culture.

Les composants	Les quantités (mg)	Les solvants	Volume des solution mère (ml)	Les volume prelevé(ml) pour 500 ml de milieux MS (ml)
AIA	0,25	NaOH(1N)	25	25
BAP	0,5	NaOH	50	50
2,4-D	0,25	NaOH(1N)	25	25
BAP	0,5	NaOH	50	50

### II.3.2. Préparation des milieux de culture (MS) :

On prépare 3 volume de 500 ml de milieu MS (1, 2, 3) la différence entre eux est les régulateurs de croissance utiliser, les milieu MS de volume 500 ml consiste à :

- Verser 300 ml d'eau distillée dans un bécher de 500 ml .
- Ajouter 25 ml de macro-éléments (A), 5 ml de micro-éléments (B), 5 ml de Fe-EDTA (C), 5ml de Vitamines (D), mélanger jusqu'à la dissolution.
- Ajouter les régulateur de croissance :
  - Le milieu 1 (sans hormones).
  - Le milieu 2 (AIA + BAP).
  - Le milieu 3 (2,4-D + BAP).
- Puis on complète avec les mêmes étapes suivantes pour les 3 milieux :
  - Ajuster le PH à  $5,7 \pm 0,1$  par NaOH ou HCl (diluée) avec l'agitation jusqu'à la dissolutions.
  - Ajoute les sucres (F) et mélanger bien jusqu'à la dissolution
  - Compléter les volumes à 500 ml avec l'eau distillée.
  - Ajoutée l'agar (G) graduellement, couvrent le bécher avec le papier aluminium perforé et chauffer jusqu'à l'ébullition ce que les milieux devien clair.
  - Transférer chaque milieu dans des flacons chaque un flacon contient 50 ml de milieu.
  - Identifier les flacons par des étiquètes pour les concentration des hormones (ou sans hormones).

### II.4. La stérilisation :

- **Stérilisation des milieux de culture :**
  - Avant la préparation tous les matériels utilisés (les bécher, les flacons ...) Sont

stérilisé avec solution de (30 % de javel et 70 % d'eau) puis bien rincer avec l'eau distillée.

➤ Les milieux sont stérilisé par l'autoclave à 120°C pendant 20 minutes.

- **La stérilisation des instruments de la mise en culture (les pinces , les bistouri ...) :**

➤ Nettoyé avec l'eau et le savon liquide.

➤ Rincer et renétoyé avec solution d'eau et de javel ( 30 % de Javel et 70 % d'eau).

➤ Rincer avec l'eau distillée.

➤ Bien couvré avec le papier aluminium et stérilisé par l'étuve à 135°C pendant 90 minutes.

➤ Au temps de manipulation les instruments reste dans l'alcool 96 % .

- **La stérilisation de la hotte :**

➤ La hotte stérilisé par solution de javel 13°.

➤ Nettoyé avec l'alcool 96 %, et mettre le moteur en marche 45 minute avant la mise en culture.

➤ Les bec bunsen aussi nettoyée par javel 13° et allumé 20 minutes avant la manipulation.

- **La stérilisation de matériels végétal :**

➤ Les micro-boutures coupé à partir des rameaux avec bistouri stérile à chaque fois ajouté dans le javel 13°.

➤ Les micro-boutures transféré au solution de javel 13° pendant 15minute.

➤ Transféré à l'eau distillée.

➤ Transféré deuxième fois à l'eau distillée .

Et bien sur les mains, les blouses et le plan de travail toujours stérile dans tous étapes de manipulation.

### **II.5. La mise en culture :**

- Au temps de travail les mains sont a chaque fois nettoyé avec l'alcool 96%.
- Les instruments reste dans l'alcool 96% pour chaque micro-bouture on prend un autre instrument de l'alcool.
- Après les 3 désinfection des micro-boutures sont bien coupé .
- Ouvré les flacons dans la zone stérile et flambé au bec bunsen.
- Les micro-boutures sont bien placé au milieu de culture et on fait 4 répétition de chaque milieu, un micro-bouture de chaque flacon.
- Flambé les flacons et bien fermer.
- Après la manipulation les flacons ont placé au chambre de culture.

### **II.6. La chambre de culture:**

- Les tubes bien fermés sont placés dans la chambre de culture sous une photopériode de 16h/jour et à une température ambiante de 22°C.
- Chaque semaine en fait les observations de développement des micro-boutures et en mesure le nombre des feuilles et des bourgeons.

# **Chapitre III :**

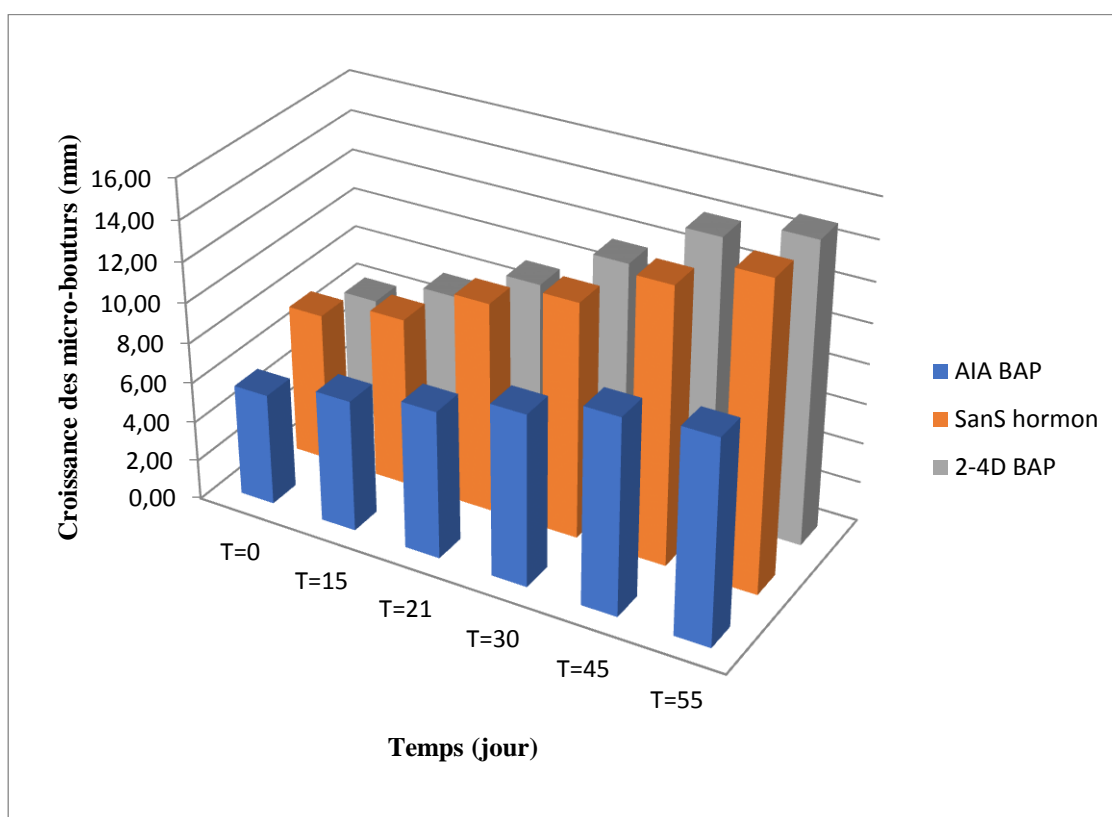
## **Résultats et discussion**

Au cours de notre expérimentation on a suivis le développement et la croissance des micro-boutures, qui ont donné des structures différents visible et on a pris les mesures de croissance chaque semaine, on a obtenu les résultats suivantes :

### III.1. L'organogénèse :

Caractérisé par la croissance des micro-boutures, formation des bourgeons et développement des feuilles.

#### III.1.1.La longueur des micro-boutures :



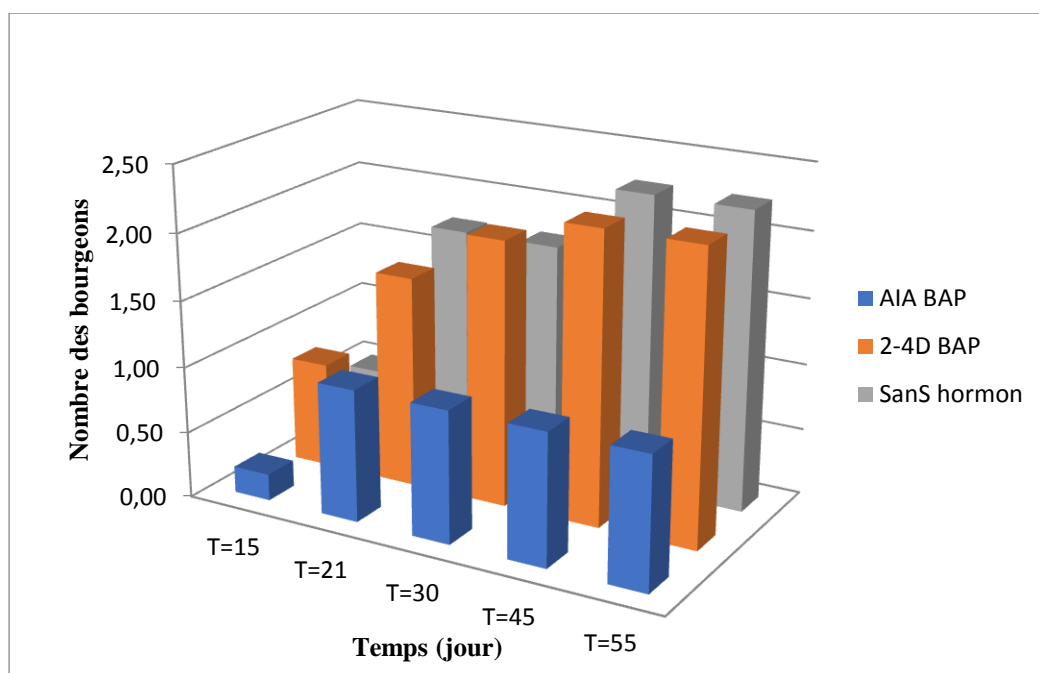
**Figure 09:** L'effet des 3 milieux MS sur la croissance des micro-boutures.

Les résultats illustrés dans (**Figure 09**) montrent que :

La croissance des micro-boutures a commencé après 15 jours dans les 3 milieux par des longueurs variables, dans toute la période d'observation on à remarquer que la croissance des micro-boutures pour le milieu MS (AIA+ BAP) est faible par apport aux autres milieux ont atteint 10.2 mm après 8 semaines, par contre chez les milieux MS (sans hormones) et MS

(2,4-D + BAP) les micro-boutures sont plus développées, les résultats donnés par les 2 milieux est presque semblable, pour le milieu MS (sans hormone) la longueur des micro-boutures atteint 15.25 mm et pour le milieu MS (2,4-D + BAP) est de 15 mm, on a conclu que le milieu MS (sans hormones) est plus avantageux que les autres milieux pour la croissance des micro-boutures.

### III.1.2. Le nombre des bourgeons :



**Figure 10:** L'effet des 3 milieux MS sur la formation des bourgeons.

Selon l'analyse d'histogramme (**Figure 10**) on trouve:

Les bourgeons sont apparus après 15 jours de culture dans les 3 milieux, chez le milieu MS (AIA + BAP) le nombre des bourgeons inférieure aux autres milieux est avec 1 bourgeon après 8 semaines, pour MS (sans hormone) on a calculé 2.25 bourgeons et le milieu MS (2,4-D + BAP) à donné 2.20 bourgeons pendant les 8 semaines. Les résultats des 2 milieux MS (sans hormone) et MS (2,4-D + BAP) sont proche l'un à l'autre, mais le MS (sans hormone) est le plus favorable pour la formation des bourgeons. (**Figure 11, 12, 13**)



**Figure 11:** Formation des bourgeons dans le milieu MS (sans hormone )  
(Photographie personnel)

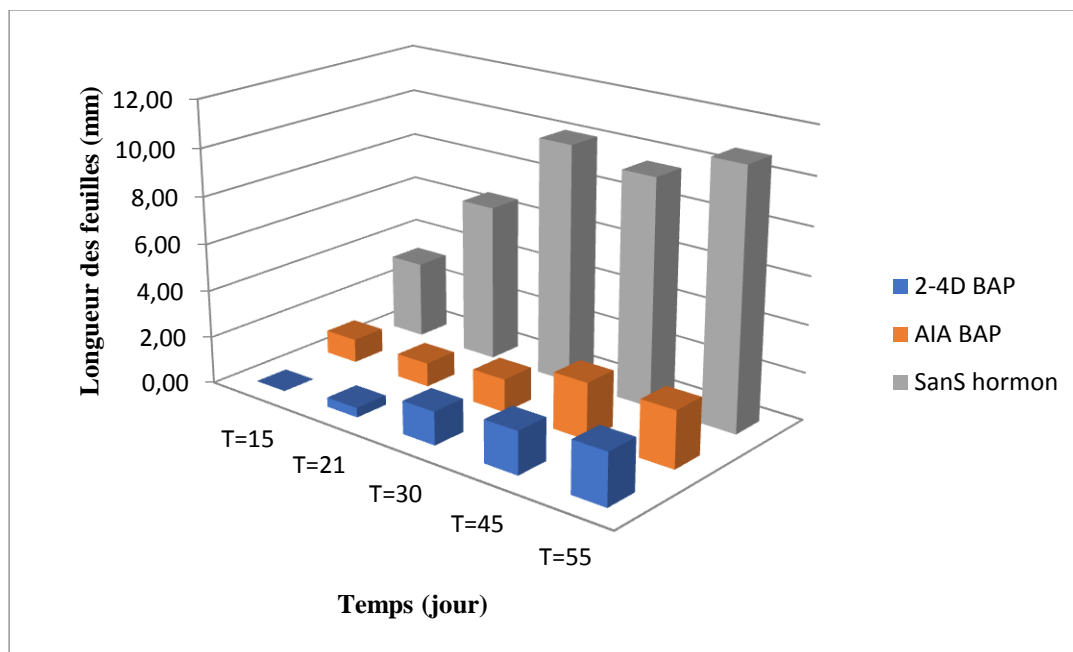


**Figure 12:** Formation des bourgeons dans le milieu MS (2,4-D +BAP)  
(Photographie personnel)



**Figure 13:** Formation des bourgeons dans le milieu MS (AIA + BAP)  
(Photographie personnel)

### III.1.3. La longueur des feuilles :



**Figure 14:** L'effet des 3 milieux MS sur la longueur des feuilles.

L'analyse de l'histogramme (**Figure 14**) montre que :

La longueur des feuilles après 15 jours atteint 3.25 mm dans le milieu MS(sans hormones) et 1mm pour le milieu MS (AIA + BAP), le développement des feuilles a commencé après 21 jours pour le milieu MS (2,4-D + BAP) leurs longueurs atteints 2.4 mm après 8 semaines, la longueur des feuilles dans le milieu MS (AIA + BAP) arrive à 1mm après 15 jour et atteint 2.2 mm après 8 semaines, alors on a conclu que le milieu MS (sans hormones) est le plus favorable pour le développement des feuilles, leurs longueurs arrivent jusqu'à 30 mm après 8 semaines. (**Figure 15, 16, 17**)



**Figure 15:** Formation des feuilles dans le milieu MS (sans hormone)

**(Photographie personnel)**



**Figure 16:** Formation des feuilles dans le milieu MS (2,4-D + BAP)

**(Photographie personnel)**

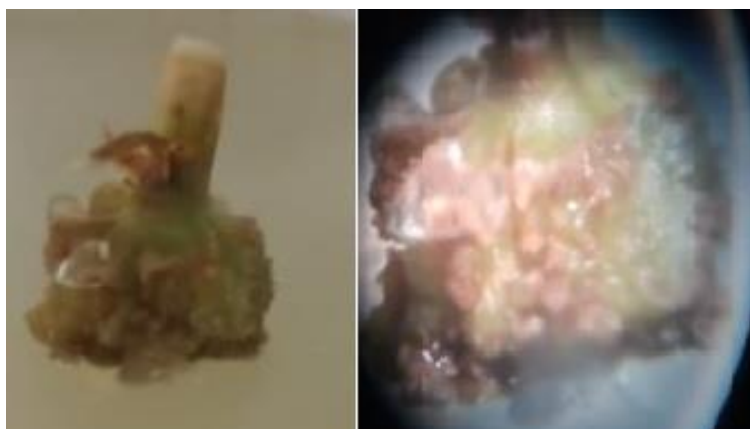


**Figure 17:** Formation des feuilles dans le milieu MS (AIA + BAP)

**(Photographie personnel)**

### III.2. L'embryogenèse somatique :

On a observé la formation des embryons dans un seul micro-bouture après 45 jours dans le milieu MS (2,4-D + BAP), et après 8 semaines on a remarqué que 3 micro-boutures on donnée des embryons dans le milieu MS (2,4-D + BAP) et un seul micro-bouture pour le milieu MS (AIA + BAP), on a constaté que les embryons chez le milieu MS (2,4-D + BAP ) sont plus développée que les embryons dans le milieu MS (AIA+BAP). **(Figure 18, 19)**



**Figure 18:** Des Embryons dans le milieu MS (2,4-D + BAP)  
**(Photographie personnel)**



**Figure 19:** Des Embryons dans le milieu MS (AIA+BAP)  
**(Photographie personnel)**

# **CONCLUSION**

---

## Conclusion

L' amandier est un arbre fruitier de toute beauté de la famille des Rosacée du genre *Prunus* et au sous-genre *amygdalus* et dont le nom scientifique est : " *Prunus amygdalus* ".

La multiplication de l'amandier est assurée par deux méthodes :

- Méthodes classique qui sont " semis des graines " et " multiplication par greffage ".
- Méthodes artificielles qui a suscité cette étude par l'utilisation de nouvelle biotechnologique c'est la culture *in vitro*.

Ce travail consiste à essayer de régénérer *in vitro* des micro -boutures d'amandier dans les 3 types de milieu MS : MS (sans hormones), MS (2,4-D + BAP) et MS (AIA + BAP) avec l'observation chaque semaine nous à donne les résultats suivants :

- 2 types morphologiques obtenus (l'organogénèse et l'embryogenèse somatique).
- Le milieu MS (sans hormones) est le meilleur pour la formation des bourgeons et pour le développement des feuilles.
- Le milieu MS (2,4-D +BAP) est le meilleur pour la croissance des micro-boutures.
- Les embryons apparus après 45 jours de culture .
- Les embryons dans le milieu MS (2,4-D + BAP) sont bien développé que les embryons dans le milieu MS (AIA + BAP ).

C'est résultats confirme que la culture *in vitro* peut donner des meilleurs résultats pour la multiplication d'amandier et d'autres plantes cultivées .

# **Références**

# **Bibliographiques**

**Références bibliographiques**

- Ahmad, Z, (2010): The uses and properties of almond oil. Complementary therapies in clinical practice. 16(1), 10-12.
- Alaoui, SB, (2005): Référentiel pour la conduite technique de l'amandier (*Prunus amygdalus batsh*).
- Albert Vieille, (2018): Journal sur huile essentielle amande amère maroc *Prunus armenia* L. Page 01.
- Albert Vieille, (2018): Journal sur huile essentielle amande amère Maroc (*Prunus armenia* L). Page 01. -k browicz - plant systematics and evolution, 1989 - springer.
- Ali Jahanban Esfahlan., Rashid Jamei., Rana Jahanban Esfahlan., (2010): The importance of almond (*Prunus amygdalus*) and its by-products. Food chemistry, volume 120, p 349 – 360.
- Arkcoll, D, (1988): Lauric oil resources. Economic botany, 42(2), p 195-205.
- Auburn,R., Magnan,D, (2008): cultivez les plantes sauvages & comestibles. Editions artemis pour la présente édition. P48.
- Bansa, L. P., Sannd,R., Srikanth,N., Lavekar, G. S., (2009): Effect of a traditionally designed nutraceutical on the stress induced immunoglobulin changes at antractica. Afr j biochemres, v. 3, p1084-88.
- Belaid, D, (2016), Algerie: La culture de l'amandier. Collection brochures agronomiques.
- Berryman, C. E., Preston, A. G., Karmally, W., Deckelbaum, R. J., Kris-etherton,P. M., (2011): Effects of almond consumption on the reduction of ldl-cholesterol: A discussion of potential mechanisms and future research directions. Nutrition review, 69 : P 171-85.
- Bouhdid, S., Idaomar, M., Zhiri, A., Baudoux, D., Skali, N. S., Abrini, J., (2006): Thymus essential oils: chemical composition and *in vitro* antioxidant and antibacterial activities.

- Biochimie, substances naturelles et environnement congrès international de biochimie, agadir, maroc, p 9-12.
- Cahier de références techniques, (1999 ): Micropropagation pour l’entreprise sericole , centre d'information et de développement expérimental en sericulture
  - Caillet, S., Lacroix, M, (2007): Les huiles essentielles leurs proprietes antimicrobiennes et leurs applications potentielles en alimentaire. Inrs-institut armand- frappier, resala universite de laval, quebec, canada, p1-8.
  - Chalak, L, (1999): Rapport annuel, unite de culture de tissus. 46 pp.
  - Chalak,L., Elbitar, A., Chehade, A., Chamoun, W : Potentiel d’enracinement in vivo et *in vitro* de varietes libanaises d’amandier (*Prunus dulcis Miller*) : Lebanese science journal, vol. 4, no. 2, (2003).
  - Charles Grasselly, Henri Duval: L'amandier, ctifl., (1997), 168 p.
  - Charles Grasselly, Patrice Crossa-raynaud: l'amandier, maisonneuve et larose., (1980), 446 p.
  - Chen,C. Y., Milbury, P. E., Lapsley,K., Blumberg, J. B., (2005): Flavonoids from almond skins are bioavailable and act synergistically with vitamins c and e to enhance hamster and human ldl resistance to oxidation. The journal of nutrition, 135: p 1366–1373.
  - Chevallier, A, (1875): Dictionnaire des alterations et falsifications des substances alimentaires medicamenteuses et commercialisees avec l’indication des moyens de les reconnaitre. Quatrieme edition. P. 524.
  - D,A.Webb, (1967): An irich flora.
  - Delplancke, M, et *al.*, (2016): Combining conservative and variable markers to infer the evolutionary history of *Prunus* subgen. *amygdalus* s.l. Under domestication’, genetic resources and crop evolution, 63(2), pp. 221–234. Doi: 10.1007/s10722-015-0242-6.

- Estevinho, B. N., Ratola, N., Alves, A., Santos, L., (2006): Pentachlorophenol removal from aqueous matrices by sorption with almond shell residues. *J. Hazard. Mater.* 137, 1175– 1181.
- Eveinoff, A. V., (1952): Quelques observations biologiques sur l'amandier, article, *Journal d'agriculture traditionnelle et de botanique appliquée*, p 359-360.
- Felipe, A. J., (2000): *El almendro: El material vegetal*. Mira editores
- Gallouin François, (2013): *Des fruits et des graines comestibles du monde entier*, Lavoisier, p 59.
- Hammiche, V., Merad, R., Azzouz, M., (2013): *Plantes toxiques à usage médicinal du pourtour méditerranéen*, Springer, Paris, p 409.
- Identification et moyens de lutte contre les ravageurs et maladies de l'amandier dans la région de Tafraout, (2001): *Transfert de technologie en agriculture; ministère de l'agriculture, du développement rural et des eaux et forêts*, n:87
- Inraa, (2006) : Institut national de la recherche agronomique d'Algérie. Deuxième rapport national sur l'état des ressources phylogénétiques, p 49.
- International Nut & Dried Fruit Council, 2016. *Nuts And Dried Fruits Global Statistical Review, 2015/2016*. INC, Reus, Espagne: 76p.
- Jacamon, M., (1985): *Les arbres à fruits secs : amandier, châtaignier, noisetier, noyer*. « la maison rustique ». P. 40.
- Jackson, E. M., (1992): Facial moisturizers and wrinkles. *Dermatol. Nurs.*, 4(3). P 205-207.
- Jacqueline, M., Mcgrath., Phd., Rn., Nnp., Fnap., Maria Thillet., Rn., Bsn., Cim., and Lindsay Van Cleave., Rn., Bsn., (2007): *Newborn and infant nursing reviews*, vol 7, no 1, pages 39 – 46.

- Joy, M., Munoz, F., Alibes, X., (1991): Valeur nutritive des sous produits du fruit de l'amandier (*Prunus amygdalus*). Ciheam options mediterraneennes, espagne, n° 16, pages 109 – 112.
- Kester, D. E., Liu,L., Durzard, D. J., Fenton, C. A. I., (1986): Cherry (prunue avium). in : Biotechnology in agriculture and forestry. bajaj, y. p. s. ed. volume 1 : Trees 1. 530-542 pp.
- Mandalari, G., Bisignano, C., Genovese, T., Mazzon, E., Wickha, M. S., Paterniti, I., Cuzzocrea, S., (2011a): Natural almond skin reducedoxidative stress and inflammation in an experimental model of inflammatory bowel disease. International immunopharmacology, 11, p 915–924.
- Mandalari, G., Faulks, R. M., Bisignano, C, Wickam, M. S.J and Narbad, A., (2010): *In vitro* evaluation pf thr prebiotique propreties of almond skins (*amygdalus Communis L*). fems microbiology letters, 301(2),116-122.
- Mandalari, G., Faulks, R. M., Bisignano, C., Waldron, K.W., Narbad, A., Wickham, M.S., (2010b): *In vitro* evaluation of the prebiotic properties of almond skins (*amygdalus Communis L*), fems microbiology letters, 304, p 116–122.
- Mapm, (2013): Ministere de l'agriculture et de la peche maritime 2013. Veille economique- secteur amandier, octobre 2013, royaume du maroc.
- Mibarki, A, (2017): Contribution a l'etude de la qualite des huiles d'amande douce (*Prunus amygdalus dulcis*) et amere (*Prunus amygdalus amara*) par des methodes physico-chimiques, et leur activite antioxydante, universite de abou bekr belkaid-tlemcen, pp. 1-51.
- Morin, L., Dronne, Y., Requillart, V., (1994): La demande non alimentaire des huiles et graisses oleag. Corps gras lipides, 3, 188-191.
- Ozanli, S, (2018): Etude du marche algerien interieur et import/exportde la pistache, de la capre,de l'amande amere et dusafran. Expert chaine globale de valeur. Pap. enpard

- Pinelo, M., Rubilar, M., Sineiro, J., Nunez, M. J., (2004): Extraction of antioxidant phenolics from almond hulls (*Prunus amygdalus*) and pine sawdust (*pinuspinaster*). Food chemistry, v.85, p 267-273.
- Puri, A., Sahai, R., Singh, K. L., Saxena, R. P., (2000): Immuno stimulant activity of dry fruits and plant materials which are used in the indian traditional medical system for mother safter child birth and invalids. J ethanopharmacol, v.71, p.89-92
- Qing-an Zhang, Xue-hui fan., Zhi-qi Zhang., Bao-shan Zhang., Ze- Qing Zhang Xiao-Yan Jia., (2009): Optimization of sc-co2 extraction of oil from almond pretreated with autoclaving. Food science and technology, volume 42, p1530– 1537.
- Referentiel technique pour la culture de l’amandier en provence-alpes-cotereferentiel technique pour la culture de l’amandier en provence-alpes-cote d’azur d’azur, (2016\_2017). Chambre d'agriculture provence-alpes-cote d’azur, p4-46.
- Roberte, (1985): Les arbres a fruits secs : Amandier –chataignier- noisetier- noyer. Flammarion.
- Roussin, J. L, (2014): L’amandier culture et travail en bonsaï. Memoire n° 3 dans le cadre de l’ecole française du bonsaï de la f. F. B. Pp. 1-26.
- Rouvier, J, P, (2016): Maladies et ravageurs: Les principaux bioagresseurs de l’amandier. 1 ere journee technico economique de l’amande en paca
- Sakr, N, (2003): Potentiels de propagation *in vitro* et *in vivo* de varietes locales d'amandier (*Prunus amygdalus batsch*) : Annales de recherche scientifique. — n° 4 , pp. 301- 316.
- Savino,V., Di terlizzi. B., Diagriaro, M et Murolo, O., (1990): Certificazione delle drupacee in puglia, in : La sharka in puglia, diagnosi e lotta. Un caso concerto di intervento ed. italie. 131-145 pp.

- Sun Donghuai et al., (1998): Magnetostratigraphy and palaeoclimatic significance of late tertiary aeolian sequences in the chinese loess plateau', geophysical journal international, 134(1), pp. 207–212. Doi: 10. 1046/j. 1365-246x.1998.00553.x.
- Tabachnik, L., Kester, D.E., (1977): Shoot cultures for almond and almond-peach hybrid clones *in vitro*. Hortscience, 12: 545-547.
- Tessier, A, (2014): L'amandier : Douleur des contusions, des brulures, laxatif, vieillissement de la peau... riche en potassium- articles scientifique phyto-aroma (therapie).
- Tessier, A, (2014): L'amandier : Douleur des contusions, des brulures, laxatif, vieillissement de la peau... riche en potassium- articles scientifique phyto-aroma (therapie).
- Thodberg, S., (2018): Elucidation of the amygdalin pathway reveals the metabolic basis of bitter and sweet almonds (*Prunus dulcis*), plant physiol., vol. 178, no 3, 2018, p 1096-1111.
- Thomas Silberfeld, (2011): Plantes melliferes l'amandier. Fiche pratique sur abeilles & fleurs enseignant en biologie vegetale a l'universite pierre-et-marie-curie. N° 725. Page 19-20.
- Tonolli, N., Gallouin, F, (2013): Des fruits et des graines comestibles du monde entier. Ed. Lavoisier.727p.
- Trachi, M, (2015): Caracterisation physicochimique des amandes amers (*Prunus amygdalus*) possibilite de valorisation, these de doctorat , universite m'hhamed bougada-boumerdes, faculte des sciences de l'ingenieur, setif Pp.1-149 .
- Urrestarazu, M., Martinez, G. A., Salas, M. Del. C., (2005): Almond shell waste: possible local rockwool substitute in soilless crop culture. Sci. Hortic. (amsterdam). 103, 453–460.
- Vidaud, (1982).

- Voituriez, T., De nuce de lamothe, M, (1997): L'avenir contraste du marche des huiles lauriques. Plantations, recherche, developpement, 4(6), p 378-382.
- Yada, S., Karen, L., Guangurei, H., (2011): A review of composition studies of cultivated almonds: Macronutrients and micronutrients. Food composition analysis.

**Les sites internet :**

- <https://docplayer.fr/amp/21380747-La-culture-de-l-amandier-guide-pratique.html>
- <https://www.amandes.fr/why-almonds/almond-lifecycle>
- [https://www.animateur-nature.com/a\\_la\\_loupe/amandier\\_a\\_la\\_loupe1.html1](https://www.animateur-nature.com/a_la_loupe/amandier_a_la_loupe1.html1)

