

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

**MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET
DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE**



**Université Blida 1
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département de Biotechnologie et Agro-écologie
Laboratoire de Recherche de Biotechnologie des Productions Végétales**

THESE

**Pour l'obtention du Diplôme de
Doctorat en Sciences**

**Filière : Sciences Agronomiques
Spécialité : Production et Amélioration des plantes**

**Contribution à l'amélioration de l'induction à la rhizogénèse
du Pêcher x Amandier (GF677).**

**Présentée par :
Zohra KHENDOUDI**

Dr. ZOUAOUI AHMED	Président (MCA)	U. Blida1
Pr. SNOUSSI SID AHMED	Directeur de thèse	U. Blida1
Pr. CHAOUIA CHERIFA	Co-directrice de thèse	U. Blida1
Pr. MEFTI MOHAMED	Rapporteur	ENSA El Harrach (Alger)
Dr. ABIDI LILA	Rapporteur (MCA)	ENSA El Harrach (Alger)
Dr MOSTEFAOUI HOUDA	Rapporteur (MCA)	Université de Médéa

Année universitaire 2023/2024

Dédicaces

A la mémoire de mes parents

Votre bonne éducation, vos conseils et votre bénédiction n'ont jamais fait défaut.
Que Dieu le tout puissant vous accueille en son vaste paradis éternel.

A mon frère Azelhaoua et ses deux filles Maroua et Imène sans oublier mon frère Benhamida et M'hamed.

Mes sœurs Fatma Zohra, Selma et la nièce Nesrine.

Je dédie également ce travail à ma tante Aicha dont sa patience et son soutien moral ont égalé ceux de mes parents.

A ma cousine Nouas Fatma, son mari Kerkouche Rachid, mon professeur Benrima Atika.

A tous mes professeurs leur générosité et leur soutien m'obligent de leur témoigner mon profond respect.

A ma défunte amie BOULAHBEL Wahiba, chercheur à l'INRA, qui m'a toujours encouragé et aidé dans mes démarches.

Remerciements

Avant tout, j'adresse mes remerciements à Allah qui m'a donné la patience et le courage pour compléter ce travail.

Je tiens en premier lieu à remercier mon directeur de thèse Mr SNOUSSI Sid Ahmed et ma co-directrice de thèse Madame CHAOUIA Chérifa, pour leurs disponibilités, leurs encouragements, leurs conseils judicieux qui n'ont été infiniment utiles, leurs patiences et surtout pour leurs confiances et qui m'ont accepté de diriger ce travail.

Je tiens à remercier :

- Docteur ZOUAOUI Ahmed qui m'a fait l'honneur de présider le jury.
- Docteur ABIDI Lila, Dr MOSTEFAOUI Houda et professeur MEFTI Mohamed d'avoir accepté d'examiner ce travail

J'adresse mes sincères remerciements à tous les personnes, intervenants et toutes les personnes qui par leurs paroles, leurs écrits, leurs conseils et leurs critiques ont guidés mes réflexions et ont accepté de me rencontrer et répondre à mes questions.

Résumé : Contribution à l'amélioration de l'induction à la rhizogénèse du Pêcher x Amandier (GF677)

Le porte greffe (PG) hybride (pêcher x Amandier) (GF.677), dont l'ensemble de ses qualités lui donnent un spectre d'utilisation très large, se classe parmi les PG les plus vigoureux avec une mise à fruits rapide. En outre, il résiste à la chlorose et également supporte la sécheresse.

Nous nous sommes intéressés à cet hybride (GF.677) très demandé par les arboriculteurs mais présentant un inconvénient majeur pour son enracinement en pépinière.

La récolte du bois a été effectuée dans une haie de boutures durant la taille d'hiver, les rameaux taillés sont façonnés en boutures. Ces dernières divisées en lots pour subir les différents traitements. Les boutures ont été trempées dans une solution hormonale (AIB) et un autre lot dans une solution d'AIB combinée au charbon actif pour être repiquées dans le sol direct.

Un autre essai a été mené en trempant les boutures dans une solution hormonale et elles sont ensuite repiquées dans des sachets opaques contenant différents substrats (Perlite, sable, tourbe et terre).

Parallèlement un autre essai de bouturage a été réalisé avec une solution hormonale seule et incorporée avec une bactérie rhizogénèse (*A. rhizogenes*).

L'association (hormone AIB / charbon actif) exerce une influence favorable sur tous les paramètres biométriques en comparaison avec le traitement hormonal dépourvu du charbon actif. Le nombre de racines obtenues est en moyenne de 10,67 par bouture avec une longueur moyenne de 24,33 cm comparé au milieu dépourvu du charbon actif où le nombre des racines est faible de 5,67 par bouture avec une longueur de 19cm.

Aussi, concernant l'impact des substrats utilisés (terre, sable, tourbe et perlite), sur le taux de débourrement des boutures du GF677, il a été constaté que la perlite représente le pourcentage le plus élevé avec 95% suivi par le sable (70%) et la tourbe (66,66%), comparée à la terre qui n'enregistre que 50%.

Le milieu renfermant l'hormone (AIB) seule ou avec la bactérie (A4) présente une précocité de débourrement avec 59,17 et 87,50% respectivement comparé au témoin (arrosage à l'eau de robinet) qui a enregistré un retard de 10 jours pendant la phase de débourrement.

Mots clés: GF.677, Hormone AIB, charbon actif, substrats, *Agrobacterium rhizogene*.

Summary: Contribution to improving the induction of rhizogenesis of Peach x Almond (GF677)

The hybrid rootstock (PG) (peach x almond) (GF.677), all of its qualities give it a very broad spectrum of use, ranks among the most vigorous PGs with rapid fruit set. In addition, it resists chlorosis and also tolerates drought.

We were interested in this hybrid (GF.677) which is in high demand among arborists but presents a major disadvantage for their rooting in nurseries.

The wood harvest was carried out in a hedge of cuttings during winter pruning and shaped into cuttings. The latter divided into batches to undergo the different treatments. The cuttings were dipped in a hormonal solution (AIB) and another batch in a solution of AIB combined with activated carbon to be transplanted into direct soil.

Another test was carried out by soaking the cuttings in a hormonal solution and they were then transplanted into opaque bags containing different substrates (Perlite, sand, peat and soil).

At the same time, another cutting test was carried out with a hormonal solution alone and incorporated with rhizogenesis bacteria (*A. rhizogenes*).

The combination (AIB hormone / activated carbon) exerts a favorable influence on all biometric parameters in comparison with hormonal treatment without activated carbon. The number of roots obtained is on average 10.67 per cutting with an average length of 24.33 cm compared to the medium without activated carbon where the number of roots is low, 5.67 per cutting and a length of 19cm.

Also, regarding the impact of the substrates used (earth, sand, peat and perlite), on the budburst rate of (GF.677) cuttings, it was found that perlite represents the highest percentage with 95 followed by sand (70%) and peat (66.66%), compared to land which only records 50%.

The medium containing the hormone (AIB) alone or with the bacteria (A4) presents a precocity of bud burst with 59.17 and 87.50% respectively compared to the control (watering with tap water) which recorded a delay of 10 days during the budburst phase.

Keywords: (GF.677), Hormone AIB, activated carbon, substrates, *Agrobacterium rhizogene*.

ملخص: المساهمة في تحسين تحريض تكوين الجذور للخواخ × اللوز (GF677)

حامل الطعم (الخواخ × لوز) (GF.677)، جميع صفاته يمنحه نطاقاً واسعاً جداً من الاستخدام، ويُصنف من بين أقوى PGs مع مجموعة فواكه سريعة. بالإضافة إلى ذلك، فهو يقاوم الإصابة بالكلور ويتحمل الجفاف أيضاً.

لقد كنا مهتمين بهذا الهجين (GF.677) الذي يزداد الطلب عليه بين أصحاب الأشجار ولكنه يمثل عيباً كبيراً في تجذيرهم في المشاتل.

تم إجراء حصاد الفصائل من سياج العقل أثناء التقليم الشتوي وتشكيله على شكل قصاصات. يتم تقسيم الأخير إلى دفعات للخضوع للعلاجات المختلفة. تم غمس القطع في محلول هرموني (AIB) ودفعة أخرى في محلول (AIB) مع الكربون المنشط ليمت زرعها في التربة المباشرة.

تم إجراء اختبار آخر عن طريق نقع العقل في محلول هرموني ثم زرعها في أكياس غير شفافة تحتوي على ركائز مختلفة (البيرلايت والرمل والجفت والتربة).

وفي الوقت نفسه، تم إجراء اختبار قطع آخر باستخدام محلول هرموني وحده ودمجه مع بكتيريا تكوين الجذور (A. rhizogenes).

(الكربون المنشط) تأثيراً إيجابياً على جميع المعلمات الحيوية مقارنة بالعلاج الهرموني بدون الكربون المنشط. يبلغ عدد الجذور التي تم الحصول عليها في المتوسط 10.67 لكل قطعة بمتوسط طول 24.33 سم مقارنة بالوسط بدون الكربون المنشط حيث يكون عدد الجذور منخفض 5.67 لكل قطعة وطول 19 سم.

وأيضاً فيما يتعلق بتأثير الركائز المستخدمة (الأرض والرمل والجفت والبيرلايت) على معدل براعم عقل GF.677 فقد وجد أن البيرلايت يمثل أعلى نسبة بنسبة 95 يليه الرمل (70%) والجفت (66.66%). مقارنة بالأرض التي تسجل 50% فقط.

أظهر الوسط الذي يحتوي على هرمون (AIB) وحده أو مع البكتيريا (A4) سرعة انفجار البراعم بنسبة 59.17 و 87.50% على التوالي مقارنة بالتحكم (الري بماء الصنبور) الذي سجل تأخيراً قدره 10 أيام خلال مرحلة البراعم.

الكلمات المفتاحية: GF.677، هرمون (AIB)، الكربون المنشط، الفصائل، الأجرعية

ريزوجين

Liste des tableaux

Tableau 1 : Productions et rendements période 2016-2020.	7
Tableau 2 : Potentiel des rosacées en Algérie	8
Tableau 3 : Productions et rendements du pêcher de 2015-2020 ..	9
Tableau 4 : Avantages et inconvénients du bouturage	28
Tableau 5 : Caractéristiques d'un porte-greffe performant.....	33
Tableau 6 : Caractéristiques du (PG.677)	39
Tableau 7 : Composants élémentaires d'un charbon actif	47
Tableau 8 : Caractéristiques analytiques du sol	57
Tableau 9 : Composition chimique du milieu YEM	66
Tableau 10 : Débourrement des boutures (Campagne 2020).....	71
Tableau 11 : Taux de débourrement des boutures	72
Tableau 12 : Analyse biométrique des plantules	73
Tableau 13 : Taux de débourrement des boutures (Hormone/Substrats).....	87
Tableau 14 :Taux de débourrement des boutures de (GF.677) Hormone/Bactérie)	85

Liste des figures

Figure 1	Position des yeux à bois et boutons floraux	11
Figure 2	Types de rameaux.....	12
Figure 3	Vergers d'approvisionnement en matériel végétal	18
Figure 4	Obtention de plants à partir du greffage	26
Figure 5	Différents types de boutures	30
Figure 6:	Réussite de bouturage.....	31
Figure 7	Différente forme du charbon actif.	48
Figure 8	Ressources génétiques de la ferme de démonstration	52
Figure 9	Diagramme ombrothermique de la région de Blida..	53
Figure 10	Diagramme ombrothermique de la région de Blida.	53
Figure 11	Profil pédologique (Profondeur 1m)(Ferme de démonstration).....	54
Figure 12	Haie de boutures de l'hybride (GF.677)	58
Figure 13	Rameau partie basale et les anticipés	59
Figure 14	Mise en terre des boutures de (GF.677)	61
Figure 15:	Dispositif expérimental (Hormone / charbon actif)	62
Figure 16	Dispositif expérimental (Hormone / substrats).....	65
Figure 17	Ensemencement de la bactérie (A4)	67
Figure 18:	Dispositif expérimental (Hormone / bactérie)	68
Figure 19	Fin de débourrement	71
Figure 20	Hauteur finale des plants.....	72
Figure 21	Aspect végétatif des plants de (GF.677)	73
Figure 22	Taux d'enracinement des plants par traitements.....	74
Figure 23	Aspect des racines de plants de (GF.677).....	74
Figure 24	Nombre de racines par plant et par traitement.....	75
Figure 25	Longueur des racines par plantule du (GF.667).....	75
Figure 26	Aspect végétatif des plants de (GF.677), (Après traitements : T ₁ et T ₂)	77
Figure 27	Début débourrement du (GF.677)	81
Figure 28	Formation de cal après repiquage des boutures traités.....	86
Figure 29	Début de débourrement des (Hormone /Bactérie)	89

Liste des abréviations

I.T.A.F.V. : Institut Technique d'Arboriculture Fruitière et de la Vigne
I.N.R.A. : Institut national de la recherche agronomique
DRDPA : Direction de la régulation des productions agricoles
DSISP : Direction des systèmes d'information, des statistiques et de la prospective
MADR : Ministère d'Agriculture et Développement Rural
DSA : Direction des services agricoles
PNDA : Plan national de développement agricole.
PG : Porte-greffe
GF : Greffon
INRA : Institut Technique National de la Recherche Agronomique
AIA : Acide indo- acétique
AIB : Acide B-indolybutyrique
ANA : Acide α naphtylacétique
BAP : 6-benzylaminopurine
BA : Benzyladénine
C A : Charbon actif
CAP : Charbon actif en poudre
CAG : Charbon actif en grain
T₀ : Solution témoin (Eau distillée)
T₁ : Solution hormonale + charbon actif
T₂ : Solution hormonale sans charbon actif

Table de matières

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

INTRODUCTION1

PREMIERE PARTIE: SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre I: Généralités sur les rosacées

1.Arboriculture fruitiere en Algerie	6
1.1. Rosacées à pépins	7
1.2. Rosacées à noyaux.....	7
2.Vergers du pêcher Algérien	8
3. Classification botanique	9
4. Caractères morphologiques du pêcher	10
4.1. Organes Fruitiers	10
4.1.1 Appareil végétatif et reproducteur	10
4.1.2 Types de rameaux	12
5. Phénologie du pêcher	13
6. Exigences du pêcher.....	13
6.1. Exigences pédologiques	13
6.2. Besoin en eau.....	13
6.3. Fertilisation	13
6.4. Taille des arbres.....	14
6.5. Protection phytosanitaire	14

Chapitre II: Organisation de la pépinière

1. Mission de la pépinière	16
2.Creation de la pépinière	17

2.1. Carrés de semis et élevage	19
2.2. Verger semencier	19
2.3. Carrés des pied-mères.....	19
2.4. Parc à bois	19
2.5. Marcottières	19
2.6. Haie de boutures.....	20
3. Emplacement de la pépinière	20
3.1. Choix du site	20
4. Multiplication des arbres fruitiers	21
4.1. Multiplication sexuée	21
4.1.1. Récolte de semence et stratification.....	21
4.1.2. Préparation du substrat d'empotage	22
4.1.3. Mise en place des sachets.....	22
4-1-4. Semis	22
4.2. Multiplication asexuée.....	23
4.2.1. Marcottage	23
4.2.1.1. Marcottage par couchage	24
4.2.1.2. Marcottage par buttage	24
4.2.1.3. Marcottage aérien.....	24
4.2.2. Greffage	24
4.2.3. Bouturage	27
4.2.3.1. Technique de bouturage	29
4.2.4. Principaux facteurs de réussite.....	30
5. Porte-Greffes	32
5.1. Choix des variétés.....	32
5.2. Choix des portes-greffes	32
5.3. Porte-greffes du pêcher.....	34
5.3.1. Porte-greffes (PG) francs	34

5.3.2. Fracs d'amandier.....	35
5.3.3. Fracs de prunier.....	36
5.3.4. Hybrides	36
5.3.4.1. Principaux hybrides de prunier	37
5.3.4.2. Principaux Hybrides du GF.677 (Pêcher X Amandier)	37

Chapitre III: Rhizogénèse

1.Phases de la rhizogénèse	42
2.Rôle de cal dans l'enracinement	42
3.Formation des racines adventives	42
4.Facteurs influençant la rhizogénèse	43
4.1.Etat des pieds mères	43
4.2.Conditions environnementales	43
4.3.Facteurs hormonaux	44
4.3.1.Rôles des phytohormones	44
4.3.2.Principales hormones	45
4.3.2.1 Auxines.....	45
4.3.2.2 Cytokinines.....	45
4.3.2.3 Gibbérellines.....	46
4.3.2.4 Ethylène (C ₂ H ₄).....	46
4.3.2.5 Acide abscissique.....	46
4.4.Charbon actif.....	46
4.4.1.Formes du charbon actif.....	47
4.4.2.Importance et rôle du charbon actif	48

DEUXIEME PARTIE : MATERIEL ET METHODES

2.1. Objectifs du travail.....	50
2.2. Site expérimental.....	51
2.3. Climat.....	52
2.3.1. Précipitations	52

2.3.2. Températures	53
2.4. Sol	54
2.5. Methodes d'analyses	55
2.5.1. Analyse granulométrique.....	55
2.5.2. Mesure du pH	55
2.5.3. Mesure de La conductivité électrique.....	55
2.5.4. Mesure du calcaire total.....	55
2.5.5. Mesure du carbone organique	55
2.5.6. Mesure de l'azote total	55
2.5.7. Mesure du phosphore assimilable	56
2.5.8. Potassium assimilable.....	56
2.6. Analyse du sol.....	56
2.7. Matériel végétal utilisé.....	58
2.7.1. Récolte et préparation des boutures.....	59
2.7.2. Préparation des solutions hormonales	59
2.7.3. Traitement et stratification des boutures	60
2.8. Essai combinaison hormone / charbon actif	60
2.8.1 Charbon actif.....	60
2.8.2. Mise en terre	60
2.8.3. Dispositif expérimental.....	61
2.8.4. Description du dispositif expérimental.....	61
2.9. Essai de la combinaison hormone / substrat.....	62
2.9.1. Substrats utilisés.....	62
2.9.2. Mise dans des conteneurs.....	62
2.9.3. Dispositif expérimental.....	62
2.9.4. Description du dispositif expérimental.....	63
2.10. Combinaison hormone / d'une souche bactérienne.....	63
2.10.1. Préparation de la suspension bactérienne.....	64
2.10.2. Activation de la bactérie (1 ^{ère} étape)	64

2.10.3. Mise en suspension des souches bactériennes (2 ^{ème} étape)	65
2.10.4. Dispositif expérimental	65
2.10.5. Mise dans des conteneurs	65
2.10.6. Description du dispositif expérimental	67
2.11. Paramètres mesures.....	67

TROISIEME PARTIE : RESULTATS ET DISCUSSION

3. Induction A La Rhizogénèse.....	71
3.1. Combinaison hormone /charbon actif.....	71
3.1.1. Etat végétatif.....	71
3.1.2 Taux de débourrement du (GF.677)	72
3.1.3. Analyse biométrique des plantules à l'arrachage.....	65
3.1.3.1. Hauteur Finale des plantules (Cm).....	74
3.1.3.2. Taux d'enracinement des plantules	75
3.1.3.3. Nombre de racines par plant.....	77
3.1.3.4. Longueur des racines par plant et traitement.....	77
3.1.4. Description des plantules.....	
3.2. Essai de la combinaison d'hormone / substrat.....	83
3.2.1. Taux de débourrement des boutures du (Gf.677).....	83
3.3. Essai de la combinaison hormone / bacterie (A4)	87
3.3.1. Taux de débourrement des boutures du (GF.677).....	87
Conclusion générale et perspectives.....	90
Références bibliographiques.....	94
Annexes.....	107

INTRODUCTION

Les nouvelles politiques des économies mondiales consistent à diversifier les richesses naturelles, pour l'agriculture en recherchant l'amélioration de la productivité afin de préserver leur sécurité alimentaire et atteindre l'autosuffisance vis-à-vis des besoins de leur société. Pour cela, il est demandé d'agir sur l'augmentation du rendement à l'hectare et la baisse des coûts de production (MADR, 2013).

L'arboriculture fruitière fait partie intégrante de la vie économique et sociale de l'Algérie. Sa grande superficie, sa position géographique ont en effet le privilège de mettre en culture plusieurs espèces fruitières (Benettayeb, 1993). De même, elle contribue à l'autosuffisance en matière de fruits frais et transformés permettant un saut au développement au secteur agro-industriel. Cette branche met en valeur des zones de montagne, des régions à microclimats, à la conservation des sols, à la lutte contre l'érosion, (Bouattoura, 1988).

Durant la période coloniale, il y'a eu une introduction massive de variétés de rosacées à pépins et à noyaux et depuis 2000/2001 (Benettayeb, 1993). Le ministère de l'agriculture et du développement rural (MADR) a initié un Plan National de développement Agricole (PNDA) qui a permis d'amorcer une période de croissance marquée par une stabilité relative (INRAA, 2006 (b)).

L'arboriculture, spéculation très importante de l'agriculture, constitue une véritable entreprise hautement spécialisée, très exigeante en matière d'investissement, et la tendance, aujourd'hui est dirigée vers la création de nouveaux vergers dans le but de produire le maximum de fruits en quantité et en qualité (Kerboua, 2002).

Malgré l'augmentation des superficies destinées à la filière des rosacées notamment l'espèce de pêcher, la production reste irrégulière. Afin de satisfaire les besoins nationaux, il est utile de signaler que cet accroissement en superficie n'est plus réparti d'une façon homogène entre le Nord et le Sud, l'Est et l'Ouest pour des raisons pédoclimatiques (DSISP, 2020).

En général, les arbres fruitiers résultent d'un assemblage par greffage d'une partie aérienne (le greffon : G) et d'une partie souterraine (le porte-greffe : PG) (Coutanceau, 1962), (Boulay, 1966) et (Jaenicke et Beniest, 2003).

Les PG sont essentiels à l'accroissement de la productivité et de l'efficacité, car ils permettent d'augmenter le taux de survie des arbres, de contrôler leur vigueur, ainsi que l'obtention des fruits plus gros, un rendement plus important et de meilleure qualité.

Ce choix peut avoir une influence considérable sur le succès d'un verger et permettre aux producteurs de venir contourner des difficultés, telles que les sols lourds, les champignons pathogènes, les nématodes parasites et les dommages causés par le froid (Kathryn, 2013).

Un PG judicieux doit tenir compte des caractéristiques physico-chimiques du sol, de son état sanitaire, des qualités qui vont conférer au greffon (G) (productivité, précocité, qualité des fruits) et doit être indemnes de maladies (I.T.A.F.V, 1989). Une exploitation économiquement viable doit impérativement avoir un PG qui adapté aux stress biotiques et / ou abiotiques. L'utilisation d'un PG mal adapté peut soit impacter négativement les rendements, soit être à l'origine du dépérissement progressif du verger (Del Febro, 1998).

La gamme des PG est très diversifiée. Les francs de pêcher et d'amandier sont les plus utilisés, néanmoins ils ne sont pas toujours compatibles avec toutes les variétés. Leurs exigences pédologiques et leur sensibilité à certaines maladies pathologiques et physiologiques telle que la chlorose ne permettent pas leur utilisation dans tous les types du sol (Renaud et Salesses, 1990).

Ces contraintes ont amené les chercheurs de l'INRA de la Grande Ferrade à sélectionner des clones PG qui s'adaptent aux différentes situations et qui sont compatibles avec plusieurs variétés et différentes espèces. Parmi ces porte-greffes clonaux, l'hybride pêcher x Amandier (GF.677), dont l'ensemble de ses qualités lui donne un spectre d'utilisation très large. C'est le plus vigoureux de tous les PG, avec une mise à fruits rapides. En outre, il résiste à la chlorose dans les sols renfermant plus de 12% de calcaire actif tout en supportant la sécheresse (MADR, 2007).

L'hybride (GF.677) (amandier x pêcher) connaît un grand succès depuis quelques années, en raison de son utilisation comme PG pour beaucoup d'arbres fruitiers à noyaux. (Barbeau et El Baduami, 2010). Il se multiplie par voie végétative (bouturage ligneux), mais rencontre des difficultés d'enracinement dues à la formation d'un cal volumineux qui ne se différencie pas en racines. Le taux d'échec est alors important avoisinant les 12%.

C'est dans cette optique que nous nous sommes intéressés à l'étude du PG (GF.677) en stimulant son enracinement par une solution hormonale de croissance, l'acide indol-butérique (AIB) .

Les objectifs spécifiques du présent travail visent essentiellement trois volets de recherches dont le but principal est l'induction à la rhizogénèse.

Trois essais ont été entrepris :

- Un trempage de la base des boutures dans une solution hormonale (AIB) repiquées directement au sol.
- Parallèlement, d'autres essais ont été réalisés avec le traitement de base l'AIB, où les boutures préparées ont été repiquées dans des sachets opaques renfermant différents substrats (perlite, sable ; tourbe et terre de la station de BéniTamou).
- Une autre recherche a été menée en incorporant une bactérie (*Agrobacterium rhizogenes* : A4) à la solution hormonale de base. Les boutures ont été repiquées dans des sachets opaques contenant de la terre de station de Béni Tamou.

Cette thèse s'articule autour de trois principales parties :

- ✓ La première partie est une synthèse bibliographique mettant l'accent, sur l'étude des porte-greffes en général et particulièrement sur l'hybride (GF.677) en Algérie.
- ✓ La deuxième partie concerne le matériel et les méthodes utilisées pour la réalisation de cette expérimentation.
- ✓ Le troisième volet est consacré aux résultats et à la discussion.
- ✓ Une conclusion générale et des perspectives clôturent cette recherche.

PREMIERE PARTIE :
SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre I :

Généralités sur les rosacées

En Algérie, l'arboriculture fruitière est très diversifiée. Elle est constituée essentiellement d'agrumes, olivier, figuier et renferme aussi bien d'autres filières parmi elles de rosacées à noyaux et à pépins (Chouaki et *al.*, 2006_(a)).

La situation des rosacées à noyaux et à pépins en Algérie se caractérise par un niveau de production faible par rapport aux énormes potentialités du pays. La superficie des espèces à noyaux est supérieure à celle des pépins (MADR, 2007).

En Algérie, les vergers arboricoles couvraient au cours de la décennie 2000-2009 une superficie moyenne de 396 480 ha dont 39% ont été réservés aux parcelles oléicoles, 30% pour les arbres fruitiers et 23% pour la phoeniciculture (MADR, 2017).

Cette superficie a connu une augmentation durant la période (2010-2017) de 47% par rapport à la décennie (2000-2009) soit une superficie de 582 825,6 ha. La superficie des rosacées à noyaux et pépins a augmenté et a atteint 56% (DRDPA, 2017).

1.ARBORICULTURE FRUITIERE EN ALGERIE

L'Arboriculture Fruitière fait partie intégrante de la vie économique et sociale de l'Algérie, par sa position géographique privilégiée et ses diverses conditions pédo-climatiques. Elle a en effet le privilège de mettre en culture plusieurs espèces fruitières et de produire des fruits frais tout au long de l'année (Benettayeb, 1993).

La surface des vergers des rosacées (noyaux, pépins et autres arbres fruitiers) a connu une diminution des superficies complantées (Tableau 1), cette dernière est due à l'arrachage des vieux vergers et les rendements obtenus n'étaient pas aux normes internationales. Cet état de fait est lié à l'instabilité climatique induisant des perturbations physiologiques (non satisfaction en froids pendant le repos hivernal), les carences nutritionnelles et les contraintes phytosanitaires.

Tableau 1: Productions et rendements période (2016-2020)

Année	Superficie (Ha)		Production (qx)	Rendement (q/ha)
	Complantée	En rapport		
2016	243 836	206 264	15 423 025	74,8
2017	231 914	193 315	15 171 437	78,5
2018	202 806	175 776	14 801 366	84,20
2019	206 569	177 681	16 460 532	92,6
2020	209 621	176 739	15 374 758	87,0

Source, DSISP, 2020

Ces deux dernières décennies, (2000/2010 et 2010/2020) on constate une amélioration dans la conduite des vergers (intensification, taille, fertilisation et irrigation) notamment l'adaptation de nouveaux systèmes de conduites intensif à hyper intensif (DSISP, 2020).

1.1. Rosacées à pépins

En Algérie, et en particulier dans les Aurès il existe de nombreuses variétés locales à pépins notamment le pommier ayant des variétés les plus cultivées actuellement (Golden délicious, Starkrimson, Red Spur et Richard) (Chouaki et *al.*, (2006_(b))). Notons que le pommier est la culture dominante par rapport aux autres espèces, on constate une augmentation de rendement de 124,1 qx /ha en 2016 à 171,6 qx /ha en 2020 malgré une diminution de la superficie.

Les principales wilayas productrices de poirier sont : Ain Defla, Blida, Tipaza et Skikda. Les rendements des fruits à pépins durant la période (2016/2020) sont classés comme suit : Le pommier (147,29 q / ha), le néflier (122,73 qx / ha), grenadier (97,02qx / ha), poirier (94,60 qx / ha) et le cognassier (71,16 q/ ha) (MADR, 2020).

1.2. Rosacées à noyaux

Les arbres fruitiers à noyaux ont une grande importance parmi les autres espèces arboricoles, car ils servent aussi bien à la consommation en fruits frais et leur utilisation comme matière première dans l'industrie agro-alimentaire.

Les cerises, les prunes, les pêches et les abricots sont les principaux fruits à noyaux rencontrés couramment, ils constituent une diversité de variétés cultivés.

Les rendements des fruits à noyaux durant la période (2016 / 2020) sont classés comme suit : Le pêcher (109,53q / ha), le prunier (77,54 q /ha), l'abricotier (67,44 q / ha), le cerisier (30,26 q / ha) et l'amandier (17,4 q/ ha) (MADR, 2020).

Parmi les rosacées les pêches occupent la première place en arboriculture fruitière algérienne.

2.VERGERS DU PECHER ALGERIEN

En Algérie, le pêcher occupe la première place en terme de production dans la gamme des rosacées à noyaux. Un important développement de cette filière depuis la mise en place des programmes de réhabilitation et d'extension des superficies arboricoles et viticoles (PNDA) initié par l'Etat durant l'année 2000 a été déployé.

La superficie des espèces à noyaux est supérieure à celles des espèces à pépins (Tableau 2).

Tableau 2: Potentiel des rosacées en Algérie

Potentiel Types d'arbres	Superficie (Ha)		Production (Qx)	Rdt / ha
	Total	En rapport		
Rosacées à pépins	88.159	75.935	8.619.263	113,508
Rosacées à noyaux	137.050	110.890	6.193.792	55,855

Source, MADR / DSA, 2017

Les statistiques communiquées par le Ministère d'Agriculture et Développement Rural (MADR) 2020, le verger national du pêcher couvre une superficie de 19 636 ha dont 16 765 ha en rapport en 2020.

De nouvelles plantations installées concernent les wilayas potentielles notamment celles de Boumerdès (168 ha), Blida (157 ha), Sidi Bel Abbes (125 ha), Tipaza (80 ha) et, Alger (69 ha) (DSISP, 2018). Sur le plan géographique, la répartition régionale du potentiel national en superficie du verger national du pêcher est localisée sur les périmètres irrigués (DSA, 2017).

Tableau 3: Productions et rendements du pêcher de (2015-2020)

Campagnes	Superficie (Ha)		Production (qx)	Rendement (qx/ha)
	Complantee	En rapport		
2014/2015	22 871	18 262	1 778 718,8	97,4
2015/2016	21 785	18 193	1 396 209,7	93,1
2016/2017	21 424	18 224	1 983 237	108,8
2017/2018	19 005	16 768	1 904 200	73,9
2018/2019	19 373	16 675	2 017 675	121
2019/2020	19 636	16 765	1 864 441	111,2

Source, MADR,2020

L'examen du tableau 3 nous permet de constater que durant la campagne agricole (2018/2019), une augmentation de rendement atteignant 121qx/ha, par rapport aux autres campagnes. Cette campagne agricole (2018/2019) est marquée par des conditions climatiques favorables au développement et la croissance du pêcher, (hiver doux avec des précipitations de 779 mm et un cumul de froids inférieurs $\leq$ à 700 °C) pendant le repos hivernal satisfaisant, répondant aux exigences des espèces.

3. CLASSIFICATION BOTANIQUE

La première classification du pêcher a été faite par (Bernhard et Delmas, 1953). Le pêcher (*Prunus persicae* L.), appartenant à la famille des Rosaceae dont la plus caractéristique de l'ordre des rosales (sous-famille des Paranoïdeae), a plus de 2000 variétés répertoriées dans monde (Ashraf et *al.*, 2011), (Monet, 1983) et (Charles et *al.*,1979).

La classification systématique adoptée par (Leterne et Lespinasse, 2008) est la suivante :

Règne : *Plantae*

Sous règne : *Tracheobionta*

Division : *Magnoliophyta*

Classe : *Magnoliopsida*

Sous classe : *Rosidae*

Ordre : *Rosales*

Famille : *Rosaceae*

Sous famille : *Amygdaloideae*

Genre : *Prunus*

Espèce : *Prunus persica* L.

4. CARACTERES MORPHOLOGIQUES DU PECHER

Le pêcher est un arbre fruitier à écorce lisse et pouvant atteindre 7 mètres de haut, à port étalé et à croissance rapide. Cet arbre avec ses fleurs roses attrayantes fait partie aussi des plantes d'intérêt apicole (Laallam et *al.*, 2011).

Les feuilles caduques acuminées sont d'un vert franc et dégagent une légère odeur d'amande. Elles sont longues de 8 à 15 cm sur 2 ou 3 cm de large, avec un court pétiole pourvu de part et d'autre de deux ou trois nectaires à la base du limbe.

Les fleurs apparaissent avant les feuilles à la fin de l'hiver ou en début du printemps, elles sont hermaphrodites (Zhao et *al.*, 2015).

Les pêches sont des fruits les plus consommés dans le monde (Iordănescu et *al.*, 2015). Ils comportent de nombreux bienfaits et vertus pour la santé (Meier et *al.*, 2009).

4.1. Organes fruitiers

Le pêcher fructifie très vite mais sa longévité est courte et dépasse rarement vingt (20) ans.

Les rameaux sont les ramifications de la tige principale d'une plante ligneuse issue du développement d'un bourgeon axillaire. Il existe deux types de bourgeons (Brochard et Jean-Yves.,2011).

- Bourgeons à bois pointus qui donnent l'année suivante des rameaux verts au printemps et se lignifient en fin de saison.
- Boutons floraux arrondis donnant des fleurs durant la saison printanière.

1.1.1 . Appareil végétatif et reproducteur

- **Yeux à bois** : Ils sont duveteux et difficiles à différencier des boutons floraux en hiver, regroupés en deux (02) ou en trois (03) et souvent associés à des boutons floraux (Figure 1). Un œil à bois du pêcher peut produire un rameau à bois, un gourmand, un rameau mixte, un rameau chiffon ou un ensemble de boutons floraux appelé le bouquet de mai. S'il n'évolue pas dès l'année qui suit

sa formation, il avorte et se dessèche sans se développer (Brochard et Jean-Yves.,2011).

- **Boutons floraux** : Ils apparaissent sur les rameaux poussés l'année précédente. Ils sont duveteux, isolés ou groupés par deux (02) ou trois (03) sur un rameau chiffon, par quatre (04) ou six (06) autour d'un œil à bois sur un bouquet de mai et associés ou non à un ou plusieurs yeux à bois sur le rameau mixte (Brochard et Jean-Yves.,2011).



Un œil à bois



Deux yeux à bois



Trois yeux à bois



Deux boutons floraux



Un bouton à floral
Un œil à bois



Deux yeux à bois et
un bouton floral

Figure 1 Position des yeux à bois et boutons floraux (Brochard et Jean-Yves.,2011)

1.1.2 Types de rameaux

- **Rameau à bois** : Il est de vigueur normal, ne porte que des yeux à bois, pointus et fins, d'où partiront l'été suivant, d'autres ramifications (Jean-Yves, 2011).
- **Rameau mixte** : Vigueur moyenne, porteur d'yeux à bois et de boutons floraux, il s'agit de l'organe fructifère par excellence (Brochard et Jean-Yves.,2011) et (Jean-Yves. 2011).
- **Rameau chiffon** : Il peut être vigoureux, ne porte que des boutons à fleurs et un œil à bois à l'extrémité (Brochard et Jean-Yves.,2011), (Jean-Yves. 2011).
- **Bouquet de mai** : C'est un rameau plus chétif trapu et il est peu productif, comportant un seul œil à bois entouré par quatre (04) ou cinq (05) boutons floraux (Brochard et Jean-Yves.,2011) et (Jean-Yves. 2011).



Rameau mixte



Rameau chiffon



Bouquet de mai

Figure 2 Types de rameaux (Jean-Yves. 2011).

5. PHENOLOGIE DU PECHER

Le pêcher exige un besoin d'heures en froids pendant son repos végétatif, c'est un caractère variétal (Gautier, 1975).

Un besoin en froids ($\leq 7.3^{\circ}\text{C}$) insuffisant durant la dormance peut entraîner la chute des bourgeons floraux et un débourrement foliaire retardé et échelonné. Seules les heures de froids précoces doivent intervenir avant que la sève ne se mette en mouvement. Ce besoin est étalé entre 650 heures à 900 heures selon les variétés.

6. EXIGENCES DU PECHER

6.1. Exigences pédologiques

Le pêcher préfère les sols perméables et aérés, redoute ceux qui sont lourds et mal drainés, sont à l'origine de l'asphyxie radiculaire et ceux trop calcaires lui sont défavorables. Une teneur en calcaire actif supérieur à 7% provoque la chlorose qui se traduit par le jaunissement des feuilles et le dessèchement des jeunes pousses (Mamouni, 2006). Le choix du verger se fait au préalable avec une analyse physico-chimique du sol pour déterminer les fumures et amendements de redressement du sol (I.T.A.F.V, 2000), (Larrieu, 2019).

6.2. Besoin en eau

Le pêcher est classé parmi les espèces exigeantes en eau. Ses besoins sont estimés pendant la phase active (débourrement-maturation d'avril à septembre), entre 500 et 700 mm selon le sol et le climat (Mamouni, 2006), (I.T.A.F.V, 2000).

2 6.3. Fertilisation

La nutrition des arbres fruitiers nécessite la compréhension des relations entre la croissance végétale et le bilan des éléments fertilisants (Mahhou, 2008).

Une fertilisation raisonnée suppose une étude de la nature du sol et son niveau de fertilité, de la densité de plantation et du niveau production à atteindre (Mamouni, 2006). La fertilisation d'un sol est établie en conservant un potentiel nutritif capable d'assurer au végétal cultivé une production satisfaisante (Khelil, 2009).

Les besoins annuels d'un verger sont très différents selon l'âge des arbres, l'espèce et l'importance de la récolte. Les éléments qu'ils prélèvent dans le sol chaque année, servent à la constitution ou au grossissement de différents organes (Fertal, 2017).

6.4. Taille des arbres

L'arbre a besoin d'une charpente solide et équilibrée. La première opération consiste à un étêtage à 50 cm de hauteur à la plantation (Lichou et Toulemonde, 1981). Selon sa forme, le pêcher peut avoir 02 ou 04 charpentières parfois 05 pour les sujets vigoureux.

La taille de arbres fruitiers permet de donner à l'arbre la forme la plus favorable, lutter contre les parasites, régulariser la récolte et maintenir ainsi les rendements les plus élevés pendant un maximum d'années (Renaud, 1959).

Le pêcher produit prioritairement sur le bois d'un an. Les rameaux supports de productions du pêcher sont le rameau mixte (Mamouni, 2006).

6.5. Protection phytosanitaire

Les variétés du pêcher se comportent différemment vis-à-vis des bioagresseurs. Plusieurs espèces d'acariens attaquent le pêcher et causent des dégâts économiques importants. La lutte est assurée en utilisant un acaricide spécifique ou insecticide ayant une efficacité acaricide. Les traitements doivent commencer dès que l'on constate les premiers symptômes (Mamouni,2006).

Plusieurs pucerons se rencontrent sur la culture de pêcher dont le plus important est le puceron vert du pêcher (*Aphis persicae*). Il est nécessaire de procéder à un traitement d'hiver pour éliminer les œufs en hibernation et un traitement préventif dès l'apparition des feuilles (Anonyme,1975).

Un programme de traitements préventifs ou curatifs (MADR,1975), (Mamouni,2006) et (Brochard et Prat 2014) (Annexe 1).

Chapitre II :

Organisation de la pépinière

Les pépinières sont des exploitations destinées à la production des plantules d'arbres par voie sexuée et/ou asexuée. La pépinière est un lieu ou parcelle réservée à la production, à la multiplication et à l'élevage des végétaux.

Initialement, les pépinières ne produisaient que des plants d'arbres fruitiers ou forestiers. Actuellement, elles sont aussi utilisées en horticulture ornementale. Elles ont des dimensions très variables (Nicolas et Roche Hamon, 1978).

Le terme pépinière est dérivé du mot « pépin » du fruit, il est utilisé pour désigner une pépinière de végétaux greffés (Mazoyer et *al.*, 2002).

Nicolas et Roche Hamon, (1978), définissent la pépinière comme un espace réduit, c'est le terrain, la surface dans une zone choisie et aménagée, consacrée à la multiplication et l'élevage des végétaux jusqu'à ce qu'ils puissent être plantées définitivement dans des vergers. La bonne conduction de la pépinière et le respect des normes permettent d'avoir des plants sains et vigoureux afin de réaliser les rendements financiers souhaités.

1. MISSION DE LA PEPINIERE

L'objectif est d'obtenir des plants de qualité lignifiés, avec une touffe de racines denses et supportant les intempéries dès la plantation. On en produit en pots et à racines nues (Mazoyer et *al.*, 2002).

La pépinière doit répondre aux besoins en plants fruitiers et la restauration du sol dans les régions montagneuses, ainsi que pour l'extension grandissante de l'arboriculture fruitière.

- ❖ Vu l'état avancé de l'érosion ainsi que la restauration du sol dans les régions montagneuses de la biodiversité, la création des pépinières est une nécessité pour sauvegarder les variétés locales d'arbres fruitiers et des arbustes à petits fruits autochtones.
- ❖ Création de nouvelles activités permettant la protection , la conservation du patrimoine végétal et la création d'autres espèces.
- ❖ Faciliter la mise en relation des entreprises implantées en milieu rural avec les services spécialisés situés dans les agglomérations.

2.CREATION DE LA PEPINIERE

La production de plants fruitiers comprend, la multiplication des porte-greffes ; et des variétés sur lesquelles sont prélevées les greffons, l'assemblage de ces éléments constitue la technique de greffage.

Quel que soit le type de multiplication adoptée, la disponibilité du matériel végétal de base constitue pour le pépiniériste la préoccupation essentielle. En effet, malgré les équipements éventuels les plus modernes, si le matériel végétal n'est pas sélectionné, les plants produits seront moins vigoureux, chétifs sensibles aux aléas climatiques et biotiques. Il convient donc de disposer de trois vergers au niveau de la pépinière comprenant de vergers produisant de matériel végétal nécessaire au greffage, il s'agit de :

- Carré de semis ;
- Carré des pied-mères ;
- Carré d'élevage.

La figure 3 illustre des vergers d'approvisionnement de la pépinière en matériel végétal pour l'obtention d'un plant arboricole.

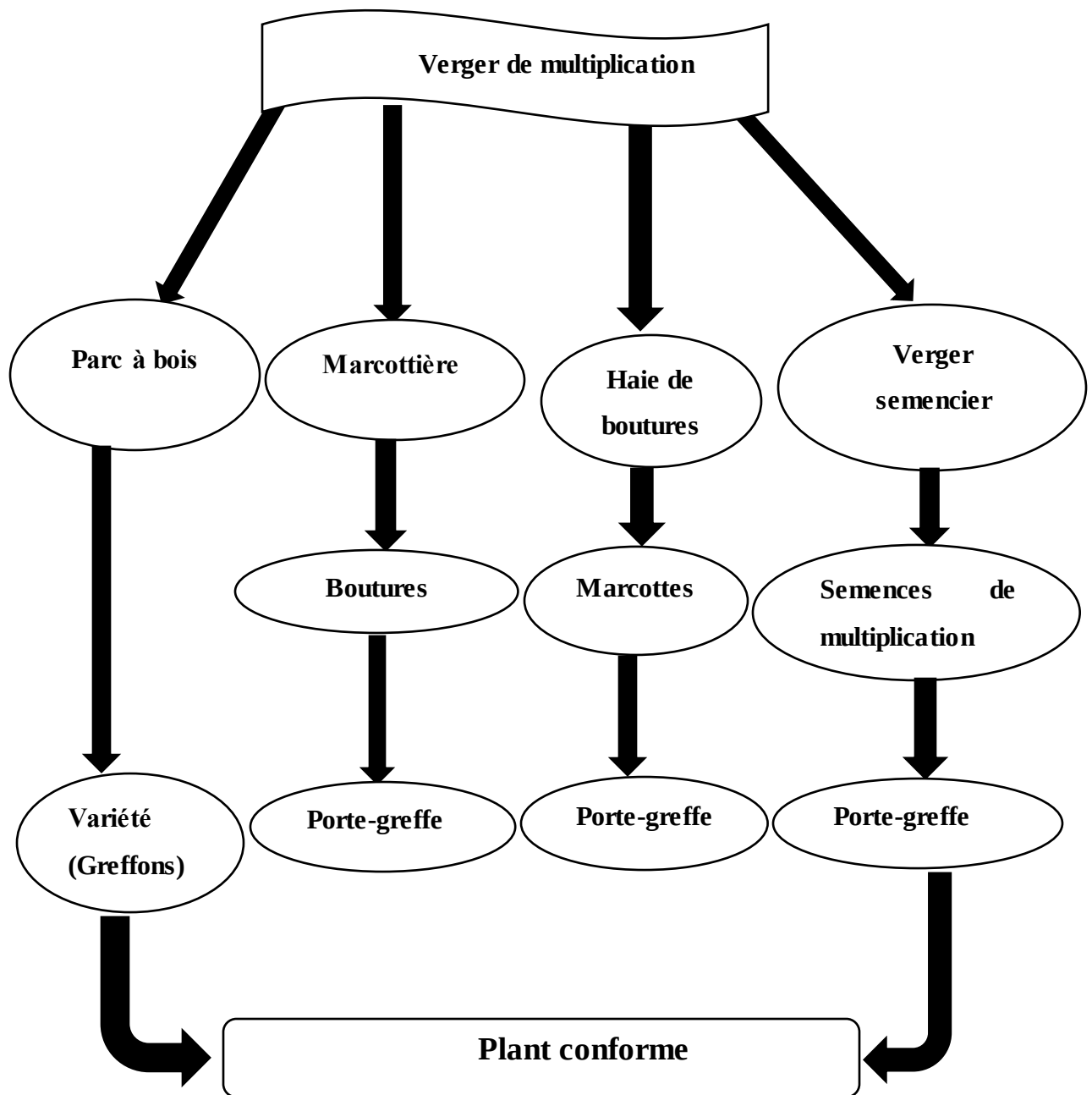


Figure 3 Vergers d'approvisionnement en matériel végétal

2.1. Carrés de semis et élevage

Ce sont des terrains réservés aux semis des graines pour la production de jeunes plantules « pourettes » futures portes greffes, et comportent aussi les marcottes et boutures.

A l'issue de la germination des graines et le repiquage des plantules, elles sont disposées en planches dans des serres ou en plein air. Elles sont entretenues jusqu'à ce qu'ils atteignent la taille voulue en vue d'être réimplantés définitivement (Anonyme, 2016).

2.2. Verger semencier

Il est réservé uniquement à la production de semences de différentes espèces. Un verger à graines ou semencier est une plantation d'arbres ou d'arbustes permettant une récolte aisée d'une quantité importante de fruits pour l'extraction de graines (Auber et Vulin., 1997).

2.3. Carrés des pied-mères

Ce sont les vergers d'approvisionnement de la pépinière en matériel végétal. Ce matériel végétal est composé d'arbres sélectionnés et homologués, l'approvisionnement en matériel végétal est régulier (semences, boutures, marcottes et greffons) (Merioua, 2018).

2.4. Parc à bois

C'est une parcelle regroupant diverses espèces de variétés sur des portes-greffes (PG) variés. Chaque arbre est très clairement identifié (PG, variété et / ou clone avec l'année de sa plantation et son lieu de récolte). Les arbres sont conduits, suivis et traités contre toutes les maladies éventuelles. Ils sont alors considérés comme plants « élite ». Un parc à bois est généralement composés d'arbres taillés sévèrement pour assurer une production de bois suffisante pour la réalisation de greffage. Du fait de la taille sévère épuisante, les pieds sont appelés à être arrachés plus précocement et par conséquent la fertilisation du verger doit être plus importante avec un entretien régulier (Merioua, 2018).

2.5. Marcottières

Dans les vergers de pied-mères, on trouve aussi d'autres types de vergers notamment les marcottières, ces dernières sont principalement destinées à la production de bois des porte-greffes.

2.6. Haie de boutures

Un parc à boutures, à clones ou de pied-mères, est une plantation d'arbres ou d'arbustes permettant une récolte aisée d'une quantité importante de matériel végétal sous forme de boutures utilisées comme PG.

3. EMPLACEMENT DE LA PEPINIERE

3.1. Choix du site

Le choix de l'emplacement d'une pépinière est fait en fonction des considérations techniques et économiques. Le site de la pépinière sera choisi à proximité d'un point d'eau permanent, un puits, un forage, un cours d'eau ou un lac de façon permanente est nécessaire.

La pépinière doit être nivelée, une légère pente est recherchée pour éviter la stagnation de l'eau. Les terrains en pente, en montagnes des petites terrasses sont installées. La pépinière doit être clôturée et entourée de haies et de brise-vent. Quelques arbres peuvent être conservés au sein de la pépinière pour ombrager les lieux (Nicolas et Roche-Hamon, 1978).

Le choix d'un sol perméable et fertile est recommandé pour la production des plants à racines nues.

3.2. Aménagement

L'aménagement de la pépinière comporte plusieurs opérations dont les plus importants sont :

- Nettoyage de la surface et des alentours ainsi que son aplanissement.
- Délimitation et la mise en place d'une clôture de protection contre les animaux rongeurs (grillage ou haie-vive).
- Matérialisation de l'emplacement exact des planches pour les plants en pots et les plants à racines nues, et des allées de circulation (allées principales et allées secondaires) pour les différents travaux cultureux (traitements phytosanitaires, irrigation...)
- Construction d'un hangar pour abri durant l'exécution de certains travaux et un magasin de stockage et de gestion du matériel utilisé.
- Confection de bassins de stockage d'eau pour éviter les ruptures.

4. MULTIPLICATION DES ARBRES FRUITIERS

Les végétaux peuvent être multipliés par semis (multiplication sexuée), ou par voie végétative, à partir de fragments végétaux (multiplication asexuée) (Bellefontaine et *al.*,2015).

La reproduction sexuée se produit suite à la rencontre de deux types de cellules, mâle et femelle. Les descendants sont une population hétérogène (brassage entre les caractères mâles et femelles).

Les modes de reproduction asexuée chez les végétaux sont nombreux, mais ils reposent sur deux concepts : la formation d'organes spécialisés et la fragmentation du plant. Parmi ceux-ci, on compte le marcottage, le bouturage et le greffage.

La reproduction asexuée a lieu lorsqu'un individu arrive à produire une copie identique de lui-même. Tous les descendants portent alors le nom de clone et sont homogènes, identiques à la plante mère (Collin,2001).

4.1. Multiplication sexuée

Les graines portent le patrimoine génétique des deux "parents" (Tourte et *al.*, 2005). (Benoît et Denis,2005).

La multiplication par semis conserve évidemment aux plantes leurs caractères parentaux (espèce), mais elle ne maintient les caractères de variétés que si celles-ci sont fixées (Benoît et Denis,2005), si non le semis donne lieu à une variabilité morphologique importante. Ce manque de fidélité est total au niveau des arbres à pépins. A l'inverse chez les arbres à noyaux certaines variétés sont suffisamment affirmées pour se maintenir (Bretaud, 1975).

Le niveau d'hétérogénéité représenté par les arbres fruitiers, ne permet pas la reproduction des caractères de la variété, de nombreuses variations se manifestent dans la qualité des fruits en particulier. Ce mode de multiplication est donc utilisé pour produire les porte-greffes.

4.1.1. Récolte de semence et stratification

La grande diversité des conditions climatiques et édaphiques offre une énorme potentialité pour l'agriculture, en particulier de l'arboriculture fruitière (Miladera et *al.*,2020).

Pour une meilleure opération de récolte, les étapes suivantes doivent être suivies pour l'obtention de semences de très bonne qualité physiologique et sanitaire, il s'agit de :

- Suivre la phénologie des arbres et les périodes de récolte ;
- Récolter des fruits mûrs ;
- Eviter de récolter les premiers fruits et les derniers fruits car ils sont souvent endommagés, chétifs ou avortés.

Avant le semis, la semence doit subir une stratification pour lever des dormances établies lors de la maturation de la semence (Jean, 2006).

4.1.2. Préparation du substrat d'empotage

Le choix des composants de substrat va dépendre de la localisation de la pépinière, des ressources disponibles et des exigences des plants (Hannah, 2006).

Le substrat utilisé pour le remplissage des sachets en pépinières est un mélange du terreau, terre et du sable (Merioua, 2018) :

Dans le cas d'absence du terreau, on peut utiliser un mélange de 5% de fumier de paille hachée. Lors du malaxage, on peut ajouter un insecticide et un fongicide à raison de la concentration du produit à utiliser.

4.1.3. Mise en place des sachets

Après le remplissage, exécuté manuellement dans la pépinière, les sachets sont disposés dans les planches réaménagées à chaque campagne. Ils doivent être classés de manière à faciliter les travaux de cultures. On fait des plates-bandes (planches) de 500 ou 1000 sachets. Les plates-bandes de 1000 sachets sont en disposant 10 sachets dans le sens de la largeur et 100 pots sur la longueur (Gnahoua et Dominique, 2003).

4-1-4. Semis

Selon Gnahoua et Dominique, (2003), la multiplication par semis présente l'avantage d'avoir peu de maladies transmises par le biais des graines.

La profondeur des semis dépend de la grosseur des graines, en principe, elle doit être de 2 à 3 fois de la grosseur des graines. A cette profondeur, une humidité adéquate et une température optimum accélèrent leur germination. Les très grosses graines (gros noyaux) (de la pêche, abricot) peuvent être enterrées à 5 cm de profondeur.

En arboriculture, cette technique ne permet pas d'obtenir à coup sûr la variété que l'on désire propager. On doit simplement utiliser le semis dans le cas d'une hybridation et surtout, pour obtenir des plants porte-greffe (des francs). Il existe deux types de francs :

- Les sauvageons : résultant d'un semis naturel, ils sont récoltés dans la nature et transplantés au carré de greffage.
- Les égrains : issus de semis en pépinière, effectués avec des semences sélectionnées, réunissant le maximum de qualités.

4.2. Multiplication asexuée

La multiplication végétative s'est développée au fil des siècles. Elle a joué un rôle important dans la domestication des arbres fruitiers, elle a été appliquée avec succès (Jaenicke et Benies, 2003).

C'est la technique de propagation des végétaux à partir d'un organe végétatif, elle permet de transmettre fidèlement les caractères des variétés. Les plantules issues d'un pied mère par multiplication végétative constituent un clone dans lequel toutes les plantes sont semblables entre elles et au pied mère (Collin, 2001). Elle est utilisée lorsque les semences sont rares et facilite la reproduction lorsque les graines sont récalcitrantes.

Elle permet aussi la propagation d'individus génétiquement identiques (Robert et *al.*, 1998). Ce phénomène ne fait pas intervenir la méiose, mais un autre processus très strict de division cellulaire, sans remaniement du nombre de chromosomes (Maarouf, 2000).

La multiplication végétative est commune chez les végétaux supérieurs, elle peut s'effectuer naturellement et artificiellement (Campbell et Reec, 2004).

4.2.1. Marcottage

La technique du marcottage consiste à multiplier une plante en provoquant l'enracinement d'un rameau, alors que celui-ci est toujours solidaire de la plante mère. La partie de la plante placée en terre émet alors des racines adventives. Lorsque ces racines sont suffisamment développées, la branche est coupée pour séparer le jeune plant de la plante mère. Le marcottage est une technique de multiplication simple, mais un peu longue, l'enracinement n'intervient parfois qu'au bout d'une année (Priel et Retournard, 2005) et (Wald, 2009).

4.2.1.1. Marcottage par couchage

Il s'applique aux végétaux possédant des rameaux souples et faciles à courber dans le sol. L'inclinaison du rameau gêne la circulation de la sève et favorise l'émission des racines. L'opération de couchage a lieu généralement au début printemps et les marcottes sont récoltées à l'automne suivant pour être repiquées sur place.

4.2.1.2. Marcottage par buttage

Il est utilisé souvent pour la production de certains porte-greffes fruitiers (pommier ; cognassier). Les plantes-mères soumises à ce procédé sont maintenues en touffes basses et ramifiées près du sol par des recepages successifs quels subissent lors de la récolte des marcottes enracinées. Le recepage et le buttage de la plante-mère sont exécutés en printemps. Le débutage (enlèvement de la butte de terre) et le sevrage (élimination des radicelles sur la partie aérienne) des marcottes se déroulent au cours du printemps et les plantules obtenues peuvent être repiquées.

4.2.1.3. Marcottage aérien

Il consiste à pratiquer une incision ou une entaille sur le rameau et à l'entourer par de la tourbe et de la terre végétale fertile, légère et humide. Pour augmenter les chances d'enracinement, Il est possible d'appliquer une hormone (auxine) sur la blessure, le tout sera enveloppé par du plastique, en surveillant de temps en temps et en humidifiant le substrat. L'opération peut être pratiquée de préférence le printemps et l'émission des racines peut demander de quelque mois à une année selon les espèces. Après l'enracinement, les marcottes seront sevrées et repiquées (Bellefontaine., *al.*, 2015).

4.2.2. Greffage

Il ne s'agit pas à proprement parler d'une opération de multiplication mais plutôt d'une intervention complémentaire (Benoit et Denis, 2005). Le greffage est pratiqué depuis l'antiquité par l'homme pour plusieurs raisons. C'est un procédé de multiplication qui consiste à implanter une partie d'un végétal sur un autre végétal. Une fois leurs tissus

soudés, les deux parties de la greffe se comporteront comme s'il s'agissait d'un seul et unique individu si la compatibilité est réussie (Figure 4).

Le but du greffage est d'obtenir un arbre qui réunit les qualités des deux (02) parties (PG/G) :

- Adaptation aux caractéristiques du sol et à la résistance à une maladie ;
- Qualité du fruit, précocité pour le greffon ;

(Coutanceau, 1962) et (Boulay, 1966), il existe différents types de greffage, qu'on peut citer :

- En approche : la branche du greffon et le porte-greffe sont attachés ensemble et séparés seulement quand la greffe a réussi.
- En écusson : il est choisi lorsque le porte-greffe est de faible diamètre. Il consiste à prélever un œil bien développé sur le rameau du greffon et à l'introduire dans une entaille en « T » pratiquée sur le porte-greffe. Deux formes de l'écussonnage (greffes) à œil dormant (le bourgeon ne se développe qu'au printemps suivant), se pratique de juillet à septembre et, utilisé sur de jeunes plants. Les greffes à œil poussant reprennent dans le mois suivant de l'assemblage.
- Greffage à l'anglaise : il est pratiqué si le porte-greffe et le greffon ont le même diamètre et qui ne dépasse pas 5 cm.
- Greffage en couronne : il permet de greffer un greffon de petit taille sur un porte-greffe dont le diamètre dépasse 5cm, raison pour laquelle on met souvent plusieurs greffons (Cas de l'olivier).

Greffage en fente : il est effectué sur des tiges principales dont le diamètre est variable et qui dépasse les 5cm.

- En chip-budding : cette technique consiste à prélever sur le sujet une portion d'écorce puis à la remplacer par un écusson de même forme et dimension levé sur une pousse de l'année bien lignifiée. La greffe est exécutée au mois de mai (Benettayeb, 2003).

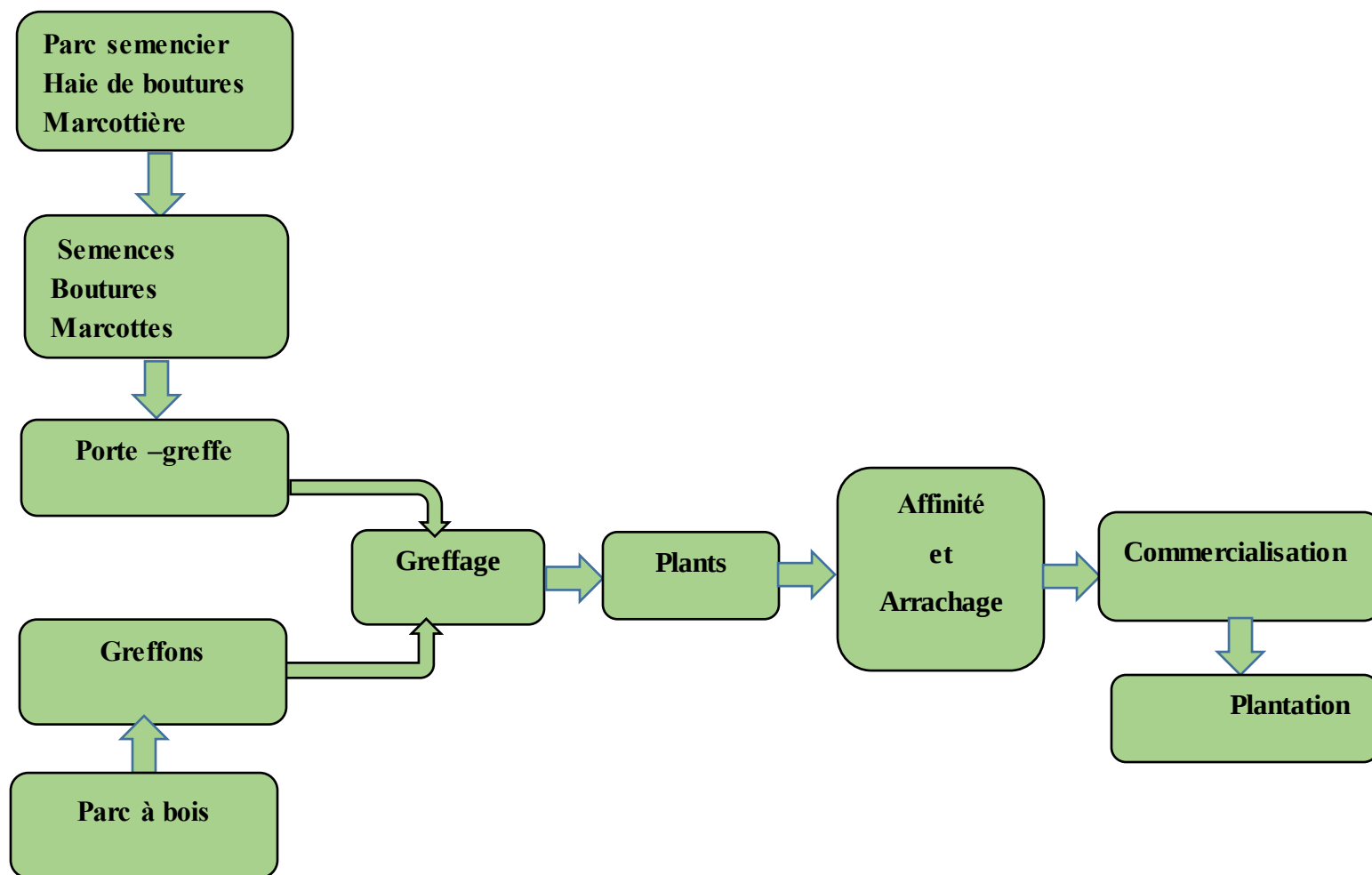


Figure 4 Obtention de plants à partir du greffage

4.2.3. Bouturage

Le bouturage est la technique la plus utilisée pour multiplier des plants par voie végétative à partir d'un fragment de racine, de tige ou de feuille. Les boutures prélevées sur l'individu à multiplier permettent de générer des copies dont le génotype seront identiques à ceux de la plante mère (Le Page et Retournard, 2000) et (Sbay et Lamhamedi, 2015).

Il consiste à couper un fragment ou bouture d'un rameau, une masse cellulaire indifférenciée, appelée cal se forme sur la cicatrice, émet et se différencie en racines adventives et produit des pousses (Peyeru et *al.*, 2007).

C'est un mode de multiplication végétative qui consiste à provoquer l'enracinement des fragments du bois (tiges, racines ou feuilles) détachés du pied-mères et à obtenir aussi une nouvelle plante identique à celle dont la bouture provient (Tourte et *al.*, 2005).

La multiplication par graines est difficile dans certains cas et seul le bouturage est utilisé exclusivement pour produire des plants. Cette technique est couramment utilisée par les pépiniéristes pour multiplier en masse des individus dont les caractéristiques sont très recherchées ou rares (Sbay et Lamhamedi, 2015).

Parmi les avantages de cette technique, ils sont regroupés dans le tableau 4.

Tableau 4 : Avantages et inconvénients du bouturage

Avantages	Inconvénients
Permet une distinction des clones, qui montrent une grande uniformité en matière de croissance et d'architecture des parties aériennes comparés aux plants issus de semences	Risque de transmission de maladies.
Technique considérée parmi les voies rapides et efficaces en matière de sélection et multiplication. A l'échelle opérationnelle, des individus sélectionnés pour leur résistance aux agents pathogènes (champignons, virus, etc...) .	Obligation de posséder et d'entretenir des pied-mères.
Plan économique, la multiplication végétative est très utilisée par les pépiniéristes.	Pas de souplesse d'adaptation par rapport à un semis (si le pied-mère ne supporte pas son emplacement, il en sera de même pour la bouture.
Voie rapide et très avantageuse pour la production de plants destinés aux reboisements intensifs de haute productivité.	Production limitée de la quantité des boutures produites par les pieds mères.
Facilite le développement, de la plante et la physiologie.	Tous les végétaux n'ont pas la même faculté de se bouturer (nécessite une hormone pour la stimulation rhizogène pour certaines espèces.
Permet de multiplier des porte-greffes compatibles, des individus rares, peu ou non fructifères, ainsi que des espèces à fructification aléatoire.	

Source : Sbay et Lamhamedi,2015

4.2.3.1. Technique de bouturage

Les techniques de bouturages utilisées à l'échelle opérationnelle diffèrent selon la période, les espèces et l'état physiologique des boutures. On distingue trois (03) types de bouturage en fonction de la technique de prélèvement et la nature des boutures (taille et diamètre des tiges) prélevées sur les pieds-mères : le bouturage herbacé, le bouturage semi-ligneux et le bouturage ligneux (Sbay et Lamhamedi, 2015).

➤ Bouturage herbacé

Cette technique consiste à prélever sur des pieds-mères des jeunes rameaux feuillés d'une année en cours de lignification. La date de prélèvement optimale pour les boutures herbacées se situe de la mi-juin à la mi-juillet. Sous conditions définies de température, d'humidité, on favorise l'émission de racines de néoformations à la base des boutures, en stimulant la rhizogénèse par un trempage des boutures dans une solution hormonale rhizogénèse pour certaines variétés récalcitrantes. Lorsque les boutures herbacées sont de bonne qualité, l'émission des racines commence bien avant le développement des bourgeons axillaires (Sbay et Lamhamedi, 2015).

➤ Bouturage semis-ligneux

Les boutures semi-ligneuses commencent à subir un début d'aoûtement et d'endurcissement accompagnées d'une augmentation de leur teneur en matière sèche.

La période optimale pour le prélèvement des boutures est relativement courte et bien définie. La période idéale se situe de la fin août à début octobre, où les jeunes pousses passent de l'état herbacé (feuillage vert et tendre) au stade semi-ligneux. Cette technique est largement utilisée pour la multiplication des arbres à feuillage persistant (Sbay et Lamhamedi, 2015).

➤ Bouturage ligneux

Ce sont des boutures de rameaux bien aoûtés ou lignifiés. Les boutures sont récoltées sur des rameaux en dormance, à l'automne / hiver, pendant le repos végétatif, et conservées en jauge où au froid jusqu'à leur utilisation. La plupart des boutures ligneuses mesurent entre 20 à 30 cm. Les boutures prélevées sur des rameaux lignifiés âgés de 2 ou 3 sont les plus difficiles à s'enraciner (Sbay et Lamhamedi, 2015).

Il existe différents types de boutures (Figure 5) :

-**Bouture simple ou à œil** : constituée par un fragment de rameau de 20-30 cm et comportant un seul œil pouvant servir comme greffon (G) ;

-**Bouture à talon** : le rameau bouturé est éclaté sur son rameau porteur, on rafraichit simplement l'éclat de bois de 2 ans sous-jacent ;

- **Bouture en crossette** : L'éclat est remplacé par une portion de bois de 2 ans ;

-**Bouture à un œil** : pour les espèces rares tel que le Merisier que l'on désire multiplier en maximum chaque œil viable prélevé avec une portion de bois de quelques cm (ex : la vigne).

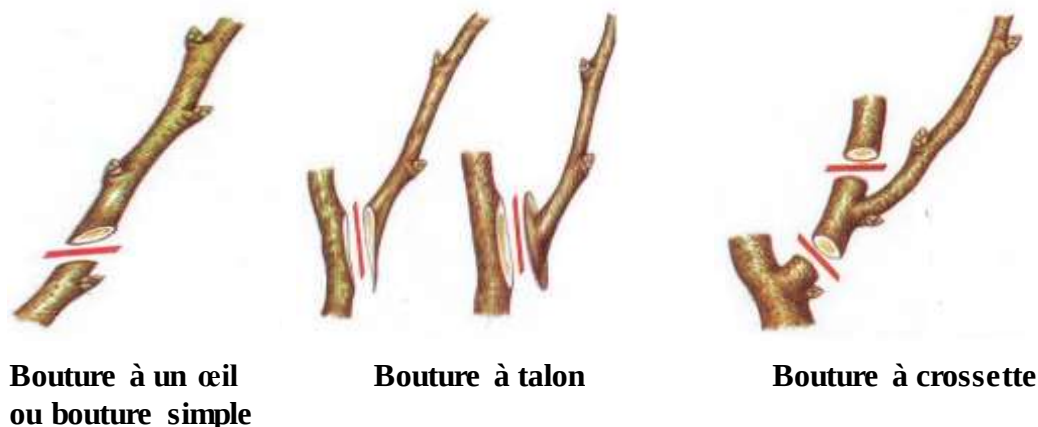


Figure 5 : Types de boutures (Le Page et Retournard, 2000)

4.2.4. Principaux facteurs de réussite

Sbay et Lamhamedi, (2015), soulignent que plusieurs facteurs influent sur l'enracinement des boutures et leurs réussites. En effet, l'origine génétique, l'espèce, l'âge du pied-mère ou l'arbre, son état physiologique et les techniques culturales (périodes de bouturage, conditions du bouturage, manipulations, traitement hormonal des boutures) influencent sur le taux d'enracinement (Figure 6).

L'enracinement des boutures diminue selon l'augmentation de l'âge des pied-mères, à l'inverse des boutures issues de jeunes pied-mères permettent d'obtenir un rendement plus important en jeunes plants.

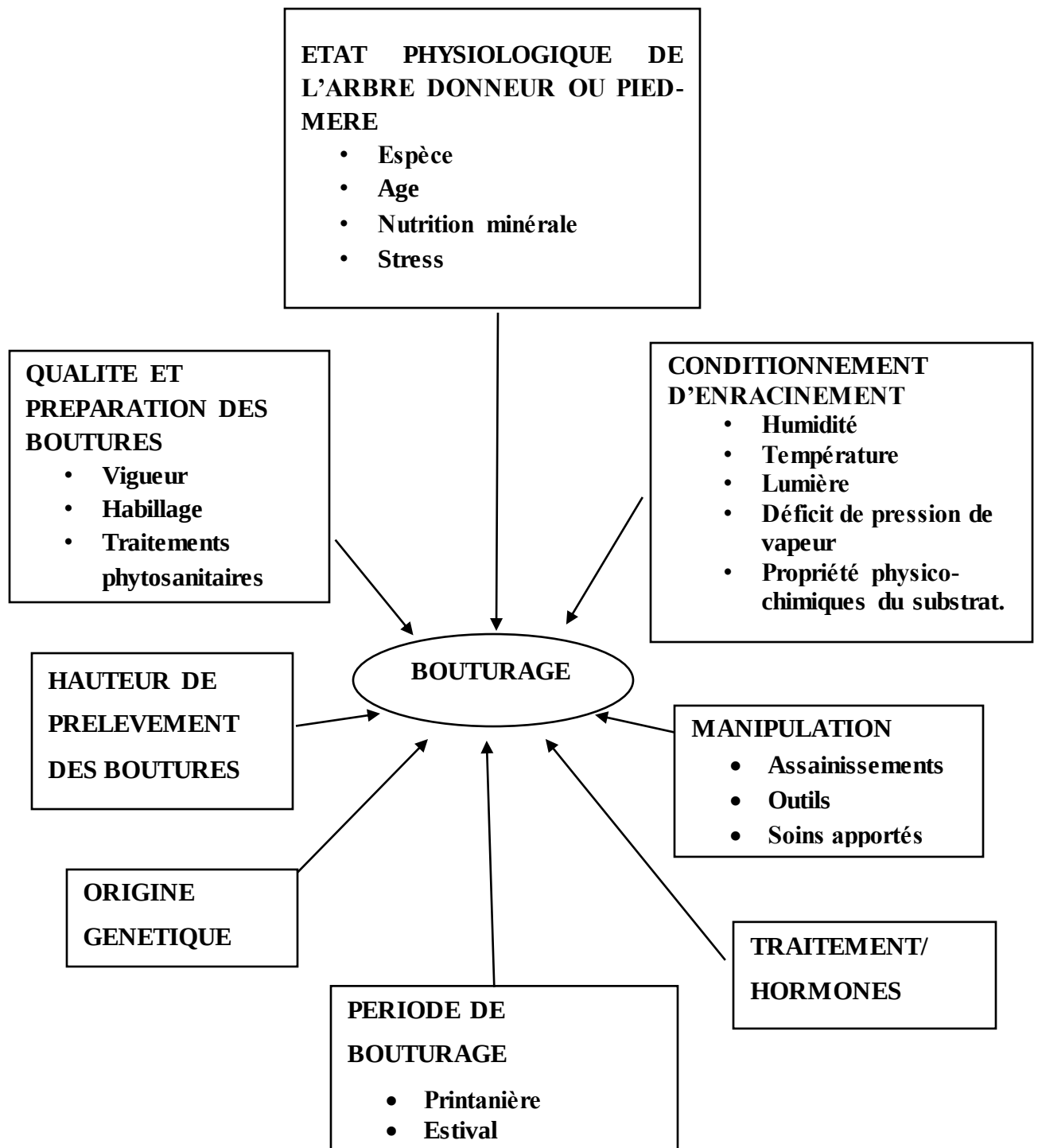


Figure 6 Facteurs de réussite de bouturage (Sbay et Lamhamedi, 2015).

5. PORTE-GREFFES

Les porte-greffes (PG) sont des tuteurs vivants qui reçoivent les greffons (variétés). Cette base détermine, selon son origine, la vigueur future de la forme fruitière désirée (Gautier, 1972).

Chez les arbres fruitiers, le porte-greffe assure, par son système racinaire, les fonctions d'ancrage, de stockage de réserves et d'absorption hydrominérale. Il agit et fonctionne en interaction avec la partie aérienne (cultivar) en lui permettant de s'adapter à certaines conditions pédo-climatiques (Oukbali, 2006).

La précocité de la mise à fruits, l'importance, la régularité et la qualité de production constituent les facteurs déterminants de rentabilité du verger. Dans la recherche de ces objectifs, le choix d'un porte-greffe bien adapté aux conditions du milieu reste un facteur primordial, mais les observations réalisées permettent de penser qu'une association judicieuse des caractéristiques de la variété et du porte-greffe et surtout une conduite raisonnée de cette association contribue à améliorer le niveau de rentabilité (Edin, 1982).

5.1. Choix des variétés

Le choix des variétés est le point clé de la réussite de la conduite d'un verger, peu sensibles ou tolérantes aux maladies. Les critères de choix doivent répondre au mieux aux exigences du milieu (besoins en froids). Il doit tenir compte de leurs caractéristiques agronomiques (adaptation aux conditions pédoclimatiques, précocité) (Haseli et *al.*, 2016).

5.2. Choix des portes-greffes

Il existe des PG issus de noyaux (graines) et ceux produits par bouturage (technique traditionnelle) ou par culture *in vitro* (Gautier, 1972). Dans le choix d'un porte-greffe, le praticien doit porter son attention sur les points suivants (Edin, 1982) et (Felipe et *al.*, 1997) :

Le choix du PG est primordial pour réussir sa plantation, il conditionne le développement de la plante, le volume et la qualité de la récolte. Les critères de choix sont liés aux conditions pédoclimatiques de la parcelle ainsi qu'aux objectifs de production (variété, rendement, vigueur).

Ces PG ont une influence sur les caractéristiques morphologiques et physiologiques du greffon. Ainsi, ils peuvent agir sur la fertilité de l'arbre, sa croissance, sa production et sur la qualité des fruits. Ils peuvent également le rendre sensible ou résistant aux maladies physiologiques et aux agents pathogènes du sol.

Le choix des PG se réfère essentiellement à la résistance aux nématodes et au calcaire actif. Le tableau 5 résume les caractéristiques les plus importantes d'un porte-greffe qui doivent être connues par les pépiniéristes et les arboriculteurs.

Tableau 5: Caractéristiques d'un porte-greffe performant

Aptitude à la multiplication	Comportement en pépinière	Comportement en verger
Semences Nécessité de stratification	Aspects végétatifs (ramifications, port)	Uniformité de développement et de comportement des arbres greffés
Capacité germinative	Epoque du greffage	Vigueur et taille définitive de l'arbre
Boutures Système de multiplication végétative	Compatibilité PG/G	Seuils de tolérance au type de sol et au climat
Aptitude à l'enracinement.		Ancrage
		Résistance aux divers pathogènes du sol
		Efficience dans l'absorption de l'eau et les sels minéraux
		Précocité d'entrée en production et la productivité induite à la variété greffée ;
		Effets sur la qualité des fruits
		Résistance à l'asphyxie radiculaire et du collet
		Tendance au drageonnage

Source diverse

5.3. Porte-greffes du pêcher

Les porte-greffes du pêcher appartiennent à plusieurs groupes d'espèces : les pêcheurs, les pruniers, les hybrides (pêcher x amandier). Jusque vers les années 1950, on utilisait traditionnellement le pêcher des semis, et deux pruniers : le Damas noir de Toulouse et le Saint Julien d'Orléans. L'INRA de Bordeaux à la Grande Ferrade, a entrepris un travail considérable de sélection qui a renouvelé la gamme des porte-greffes du pêcher (Edin, 1982).

5.3.1. Porte-greffes (PG) francs

Ils sont issus de semis, ils ont l'aptitude d'être vigoureux et plus résistants, ce sont les «sauvageons». Les PG sont choisis pour leurs vigueurs, capacité à supporter certaines conditions climatiques, leurs résistances aux maladies et aux ravageurs ou tolérance à un type bien particulier de sol (Gautier, 2009).

Selon les travaux de Renaud et Salesses, (1990), l'un des porte-greffes, les plus compatibles est le pêcher franc, qui peut servir comme PG pour le pêcher, l'amandier, l'abricotier, et le prunier. Les francs de pêcher sont sensibles à la chlorose, l'asphyxie racinaire et les nématodes.

Ils confèrent aux arbres une forte vigueur. Ils se montrent sensibles à l'humidité du sol et au calcaire. Ils ne supportent pas le gel d'hiver et préfèrent les terrains sains (Edin, 1982).

Les principaux francs du pêcher sont :

▪ Franc du pêcher

Il est issu de semis de noyaux, qui ont été prélevés de préférence sur des sujets sauvages afin de produire des plants hétérogènes. De grande vigueur ils sont destinés pour les tiges et demi tiges. Ils sont plantés en sols sains, peu calcaires et profonds, ils ne supportent pas le gel d'hiver (Gautier, 2009).

▪ Franc de Missouri

Il est obtenu à partir de semis de noyaux d'une variété de pêcheurs sauvages. C'est un peuplement homogène, une bonne compatibilité au greffage, une bonne vigueur et une longévité moyenne. Il présente l'inconvénient de ne pas tolérer des terrains où le taux de calcaire actif dépasse les 7 % (Oukbali, 2006).

▪ **Montclar**

Cette obtention INRA donne des semis à la fois très vigoureux et très homogènes, ils présentent une bonne résistance à la chlorose ferrique ainsi qu'à la carence en magnésium ; le feuillage est large, vert foncé. Ce PG confère aux vergers une vigueur très régulière (Rossier *et al.*, 2016).

▪ **Pêcher GF 305**

Il est issu de semis, il présente une bonne vigueur et une compatibilité excellente. Il demande des terrains sains et il résiste mieux à la chlorose calcaire que le franc. Les premières lignées de GF 305 datent de 1948 présentant de grande qualité de reprise, de vigueur et tolérance (Gautier, 2009).

▪ **Rubira ®**

Vigueur moyenne, plus faible que GF 305, pour gobelets et petites formes. Il supporte tous les sols, même asphyxiants, mais pas trop calcaire. Il résiste aux pucerons et à la bactériose. C'est un porte greffe intéressant pour les sols très acides (pH<5.5).

▪ **Nemaguard**

Il est recommandé pour sa résistance aux nématodes.

▪ **Pêcher de David (Persica Davidienne)**

Présente une bonne résistance au calcaire actif.

▪ **Pêcher franc Sylvestris du centre de l'Europe**

PG sensible au calcaire.

▪ **Julior Ferdor ®**

Il présente une vigueur moyenne, pour la forme gobelet, a une affinité avec plusieurs variétés et même les espèces prunier et amandier. Il admet les sols lourds un peu calcaire et sa mise à fruits est rapide.

5.3.2. Francs d'amandier

Il est résistant à la sécheresse et au calcaire. Sa vigueur s'exprime surtout en sol pauvre, il convient bien aux variétés tardives car il reste en sève très tard en saison. La reprise est délicate à la plantation, il faut cependant attendre les premières gelées. Néanmoins, il supporte l'arrosage en terrain léger, aussi, il peut végéter plus de 30 ans. Il ne supporte pas le sol où l'humidité est prolongée (saisons hivernales pluvieuses longues) qui peut être asphyxiante (Oukbali, 2006).

5.3.3. Francs de prunier

Ils sont largement utilisés comme PG des arbres à noyaux. L'arboriculteur professionnel ou amateur, peut recourir au prunier dans des cas particuliers. Les pruniers présentent des inconvénients, notamment une dégénérescence, suite aux maladies virales et ils se montrent incompatibles avec certaines variétés de pêcher (Gautier, 1975).

Parmi les pruniers porte-greffes du pêcher sont :

- **Prunier Saint Julien GF.655. ®**

Il a une mise à fruits rapide, présentant une vigueur moyenne à faible, cela permet les formes gobelet. Il présente une bonne compatibilité avec les variétés de pêcher.

- **Le Saint Julien d'Orléans**

C'est une vieille variété cultivée depuis fort longtemps. Elle est multipliée par semis. L'INRAA a créé deux PG issus de Saint Julien, hybrides qui présentent une très bonne compatibilité avec le pêcher, et se comportent parfaitement en sol lourd (Gautier, 2009).

- **Damas noir de Toulouse**

PG très ancien, ce prunier est un hybride entre le prunier européen (*Prunus domestica*) et prunellier (*Prunus spinosa*). Il montre une grande rusticité, il présente un drageonnage important, s'avère incompatible avec quelques variétés de pêcher et nombre de variétés de nectarines (Gautier, 2009),

- **Damas 1869**

C'est un clone sain, exempt de viroses graves. Il s'adapte à différents types de sol et offre une très bonne résistance à l'asphyxie racinaire. Il se montre compatible avec la plupart des variétés de pêches (Gautier, 2009).

- **Prunier myrobolan**

PG qui manque d'affinité avec de nombreuses variétés de pêcher. Il convient à presque à tous les sols, et résiste bien à la sécheresse, présentant une vigueur moyenne à forte.

5.3.4. Hybrides

Ils ont eu un grand succès pour les arbres fruitiers à noyaux notamment le pêcher (Gautier, 1972).

Ils permettent la culture du pêcher sur des sols calcaires. Dans l'ensemble, ils se montrent compatibles avec les variétés du pêcher et confèrent au plant une vigueur plus grande que le franc du pêcher (Gautier, 1975).

Parmi les principaux avantages, nous citons :

- La vigueur exceptionnelle qui confère aux plants, due à leur nature hybride de première génération ;
- Une reprise rapide à la plantation, comparable à celle du pêcher.

5.3.4.1. Principaux hybrides de prunier

- **Myran**

Hybride (myrobolan X Pêcher Yunnan). Il présente un intérêt en raison de sa compatibilité avec toutes les variétés et sa grande vigueur, comparable à celle conférée par le semis de Pêcher. Cet hybride est très sensible à la chlorose et ceci limite beaucoup son utilisation, il est néanmoins recommandé en sols limoneux.

- **JULIOR® ferdor**

Hybride (Saint-Julien d'Orléans x Pershore). Il est compatible avec toutes les variétés de pêches. Sa Vigueur est supérieure au DAMAS 1869, mais elle reste moyenne comparée au Saint Julien 655.2. Il ne drageonne presque pas, avec une mise à fruit rapide en sol compact et peu calcaire, néanmoins il s'avère difficile à bouturer.

- **Hybride (St Julien x Brompton)**

Il possède une adaptation au sol lourd, et présente également une meilleure affinité.

- **Mariana GF8.1**

Compatible avec tous les sols, présentant une très grande vigueur. Il est résistant à l'asphyxie racinaire, au froid et à l'humidité. Son port est moyen avec une haute tige.

5.3.4.2. Principaux hybrides du (Pêcher x amandier)

- **PMA-T10**

Hybride (amandier x pêcher marocain) sélectionné, il a une croissance végétative rapide et donne des plants homogènes. Chez les arbres adultes, la vigueur de ce PG est similaire à celle du GF 677, de port semi-dressé à feuillage large et vert foncé. Le fruit est intermédiaire entre le pêche et l'amande (Oukbali, 2006).

▪ **Hybride local PMA-T10**

Il est multiplié exclusivement par voie végétative, il est semi ligneux à l'automne. L'utilisation d'hormone de croissance AIB (1500 ppm) améliore le taux d'enracinement. Il est utilisé comme PG pour l'amandier et le pêcher, il est réservé aux sols chlorosants (Oukbali, 2006).

▪ **Sélection INRA-AT8 ET INRA-U8**

L'INRA a sélectionné ces PG performants qui tolèrent la sécheresse et donnent des rendements intéressants en périodes pluviales. Ils sont homogènes et la vigueur de leur système racinaire, traduite par son caractère pivotant et ramifié, semble compenser l'effet du manque d'eau induite par la sécheresse estivale (Oukbali, 2006).

▪ **Avimag-Cadaman®**

C'est un hybride de (pêcher x *Prunus davidiana*). Sa vigueur est identique à celle du GF677 et résiste mieux à la présence d'humidité dans le sol, et aux nématodes.

▪ **(Amandier x pêcher) (GF.557)**

Il est plus vigoureux que le franc de pêcher mais pas plus résistant à l'asphyxie des racines (Gautier, 1982).

▪ **Garnem**

C'est un hybride de (*Prunus persica* X *Prunus amygdalus*). C'est un PG certifié dont le mode de production est la culture *in vitro*, la compatibilité (affinité au greffage) est élevée avec le pêcher, nectarinier et l'amandier. Sa maturité est tardive et il s'est adapté à la sécheresse et est tolérant à la salinité et la chlorose.

▪ **Amandier x pêcher (GF.677)**

C'est un hybride naturel (Amandier x pêcher). Son origine botanique est (*Prunus amygdalus* x *Prunus persica*) dont l'obteneur est INRA (France) très vigoureux introduit à la station de recherche d'arboriculture fruitière de la Grande Ferrade par (Dumont et Souty), il présente une bonne compatibilité (Anonyme,1978).

Les caractéristiques descriptives et agronomiques du (GF.677) sont résumées dans le tableau 6.

Tableau 6 Caractéristiques du (PG.677)

Classification	Comportement en pépinière	Comportement en verger
-Genre : <i>Prunus amygdalus</i> x <i>Prunus persica</i> .	-Feuille : Intermédiaire entre le pêcher et l'amandier, repliée en gouttière et d'un vert plombé comme l'amandier.	-Compatibilité : grande compatibilité avec pêcher ; nectarinier et amandier.
-Clone : INFEL	-Port : dressé pour le matériel végétal issu de multiplication in vitro.	-Très vigoureux
-Obtenteur : INRA® France	-Rameau : brun, vigoureux, long et inséré perpendiculairement.	-Adapté aux sols pauvres avec niveau élevé de calcaire actif.
	-Multiplication : micropropagation : le matériel certifié est multiplié à 100% in vitro.	-Il résiste mieux à l'asphyxie racinaire que l'amandier.
		- Salinité : tolérante élevée.
		-Chlorose : très tolérant (12% de calcaire actif).
		-Sécheresse : très bien adapté.
		-Le (GF.677) donne à l'arbre un développement d'autant plus important qu'il végète longtemps avec son feuillage.
		Peu sensible à la bactériose.
		Sensible au pourridié.
		Tolérant à la chlorose.
		Sensible aux nématodes, à l'exception au <i>Meloïdogyne</i> .

Source diverse

Chapitre III

RHIZOGENESE

La multiplication végétative repose sur l'aptitude d'un végétal à pouvoir reconstituer un individu, identique à lui-même, à partir d'un organe (tige, racine, feuille.), d'un tissu ou d'une cellule. Une bouture prélevée d'une plante, dans des conditions appropriées, peut produire un nouveau système racinaire et des nouvelles pousses. La formation des racines est une étape clé dans la multiplication végétative (Pop et *al.*, 2011).

1. PHASES DE LA RHIZOGENESE

La bouture passe par différentes phases ; la dédifférenciation, formation d'amas de cellules méristématiques, différenciation et organisation des amas méristématiques en primordium racinaire qui se développe en jeunes racines (Margara, 1989 ; Boxus 1995).

La capacité de produire des racines adventives est variable d'une espèce à une autre (Hartmann et *al.*, 1997).

Negueroles, (1985), mentionne que la rhizogénèse est basée sur deux caractéristiques fondamentales des végétaux, nous citons :

- Polarité des bourgeons : c'est à dire que n'importe quelle partie aérienne conserve ses deux zones bien définies, proximale et distale, indépendamment de sa zone d'origine.
- Totipotence des cellules végétales : c'est la capacité d'une cellule végétale mise dans des conditions convenables de croissance, de donner lieu à une plante complète.

Ces principes physiologiques permettent d'expliquer l'apparition de racines au niveau de la base des boutures, qui naissent à partir du phloème secondaire ou proche du cambium, en passant par deux étapes :

- Première étape : formation de zones méristématiques c'est la phase de dédifférenciation.
- Deuxième étape : évolution de cellules méristématiques pour donner lieu aux radicules et les radicules primordiales, c'est la phase de différenciation.

2. ROLE DE CAL DANS L'ENRACINEMENT

La cal est un amas cellulaire, plus ou moins volumineux de tissu parenchymateux provenant de prolifération de cellules voisines du plan de section (moelle, rayons, parenchyme libérien, mais surtout méristème cambial). Si les cellules qui prolifèrent étaient déjà différenciées (moelle, rayons, parenchyme), la formation du cal est elle-même

complexe et résulte d'un phénomène de dédifférenciation, suivi de mitoses (Hartmann et *al.*, 1997).

La formation de cals à la base des boutures est influencée par le génotype (Cristofori et *al.*, 2010).

Selon les travaux, (Hartmann et *al.*, 1997), dans la plupart des cas, la formation de cals et la formation de racines sont indépendantes l'une de l'autre.

Généralement, la présence de cals dans la région de connexion vasculaire est considérée comme un problème, parce qu'elle rend la zone de raccordement très fragile. Il est souhaitable que la racine adventive ait un lien direct avec le cambium vasculaire (Brondani et *al.*, 2012).

3. FORMATION DES RACINES ADVENTIVES

La formation des racines adventives peut être spontanée ou provoquée à l'occasion de divers processus de la multiplication végétative comme le bouturage et le marcottage (Favre et Chaussat in Bigot, 1980).

Les modifications provoquées à la base de la bouture, incluent des réponses aux blessures, et tous les processus qui conduisent à la formation des racines adventives.

Selon les travaux de (Klerk et *al.*, 1995), les trois (03) phases essentielles du développement des racines adventives sont :

- La dédifférenciation des cellules de la zone cambiale, près du phloème, elles présentent un cytoplasme dense, une accumulation de grains d'amidon et des nucléoles apparents. Ce sont les premières à commencer les divisions cellulaires dès le 2^{ème} jour du traitement avec l'hormone.
- La formation des méristémoïdes racinaires dès le 4^{ème} jour de traitement, provenant de la division mitotique de cellules qui ont regagné leurs caractéristiques méristématiques par la dédifférenciation.
- La formation des primordia des racines au 7^{ème} jour. Ils sont identifiables par leur forme conique, et la mise en place d'une connexion vasculaire entre les racines adventives et les tissus vasculaires, les racines émergent de la tige après 10 jours environ selon les espèces et les variétés.

4. FACTEURS INFLUENÇANT LA RHIZOGENESE

Les boutures peuvent être influencées par de multiples de facteurs notamment génétiques, physiologiques, hormonaux et environnementaux.

4.1. Etat des pieds mères

L'âge du pied mère joue un rôle dans le processus de la rhizogénèse, plus il est jeune, plus la formation des racines augmente, il faut donc tailler pour faire apparaître de nombreuses pousses jeunes le plus près possible du pied. Ce dernier, doit être en parfait état nutritionnel et sanitaire (Nicolas, 1998).

4.2. Conditions environnementales

Il est probable que l'intensité lumineuse affecte directement l'enracinement par ses effets sur la photosynthèse. En revanche Jaenicke et Beniest, (2003) précise que l'on ne sait pas encore comment la qualité de la lumière agit sur l'enracinement.

La température est importante à deux niveaux, soit à la base de la bouture où se développent les racines et au niveau de l'air ambiant. Elle affecte la formation de cals, le taux d'enracinement, la vitesse de formation des racines, et le développement des racines et des pousses.

Les substrats d'enracinement sont classés en deux catégories : naturels (la tourbe, la mousse, le sable et le gravier), ou artificiels (la vermiculite et la perlite). Les caractéristiques d'un bon substrat favorisent la formation d'un système racinaire avec de nombreuses racines longues et souples après le repiquage. Il faut que le substrat d'enracinement respecte quatre fonctions :

- Etre un support pour la bouture ;
- Retenir l'eau nécessaire au maintien de la turgescence de la bouture ;
- Offrir un drainage qui favorise les échanges d'air à la base de la bouture ;
- Fournir un environnement opaque qui réduit la pénétration de lumière à la base de la bouture.

4.3. Facteurs hormonaux

Ce sont des phytohormones, des composés organiques synthétisés par la plante à de très faibles concentrations. Ils ont une action sur les tissus différents du lieu de production (ZRYD, 1988).

Un régulateur de croissance est défini comme étant, une substance qui, suivant sa concentration absolue ou relative dans le milieu, peut supprimer, permettre ou modifier sous certaines conditions les processus de cytodifférenciations (Street, 1977).

Cinq familles d'hormones végétales sont connues à ce jour : les auxines, les cytokinines, les gibbérellines, l'acide abscissique et l'éthylène (Karabaghi et *al.*, 1997).

4.3.1. Rôles des phytohormones

Ils jouent un rôle régulateur fondamental lors de la croissance et du développement d'une plante. Ce sont généralement des substances chimiques de synthèse qui sont abondamment utilisées en agriculture et en horticulture. L'organogenèse est fortement influencée par les régulateurs de croissance. Les deux hormones, les plus souvent utilisés, d'une manière conjointe ou séquentielle, sont les auxines et les cytokinines (Margara, 1989).

Le rapport hormonal (auxine/cytokinine) conditionne, en grande partie, le type de néoformation obtenu. L'orientation des tissus peut être, soit vers la caulogenèse, soit vers la rhizogénèse (Skoog et Miller, 1957 in Zryd ,1988). La variation des proportions des hormones pour l'obtention des tissus différenciés d'où leurs capacités à réguler la croissance et la morphogénèse des tissus (Granell et Carbonall 1996).

La néoformation de bourgeons est souvent favorisée par des teneurs élevées en cytokinine (Frett, 1977 ; Margara, 1989 ; Abrie et Stadn, 2001) alors que les fortes doses en auxines stimulent la formation de racines et améliorent leurs qualités (Druart, 1992, Hobbie, 1998, Abrie et Stadn, 2001).

A l'heure actuelle, on connaît six types d'hormones végétales pour lesquels on peut distinguer :

- Des hormones stimulatrices (qui induisent ou stimulent un phénomène physiologique).
- Auxines, cytokinines, gibbérellines et brassinostéroïdes, pour lesquelles on observe des familles de molécules actives, en parallèle on distingue des hormones à effets mixtes : l'éthylène et l'acide abscissique.

4.3.2. Principales hormones

4.3.2.1. Auxines

La biosynthèse de l'auxine a lieu dans les apex caulinares. Son choix est en fonction de l'objectif de la culture est très important. Elle intervient dans les phénomènes de croissance à la fois en favorisant le grandissement cellulaire au niveau des entre-nœuds jeunes mais aussi en stimulant la mitose d'origine cambial et elle contrôle aussi la rhizogénèse (Bigot ,1980). Au niveau de l'organisation des méristèmes en tissus non organisés (cal) ou organisés comme les racines. Au sein des tissus organisés, cette hormone est connue pour maintenir la dominance apicale, induire la formation de racines et retarder la sénescence.

Les auxines les plus utilisées sont les auxines faibles comme acide indol acétique (AIA), et acide indol butyrique (AIB) et les auxines fortes comme l'acide α naphthylacétique (ANA) et l'acide 2,4D dichlorophenoxyacétique (Zryd ,1988).

4.3.2.2. Cytokinines

La racine est le site principal de la biosynthèse des cytokinines. Les apex caulinares en contiennent très peu. Elles jouent un rôle très important dans l'organogénèse en stimulant la formation des bourgeons (Auge et *al.*, 1989). Parmi les cytokinines naturelles qui peuvent être utilisées en laboratoire, on retrouve entre autre la zéatine. Par ailleurs, il existe des régulateurs de croissance qui agissent de façon similaire aux cytokinines comme la kinétine ou la BAP (Gaspar et *al.*, 1996).

Il est alors important d'être vigilant quant aux quantités de chacune de ces phytohormones que l'on apporte au milieu, car l'auxine peut inhiber l'accumulation de cytokinine et inversement (Gaspar et *al.*, 1996).

Les cytokinines fréquemment utilisées sont : 6-benzylaminopurine (BAP), benzyladénine (BA), zéatine (Zea), kinétine (KIN), 2-Isopentényladédine (2-IP). (Zryd, 1988).

4.3.2.3. Gibbérellines

L'acide gibbérellique (GA3) a la capacité d'inhiber l'organogénèse et en particulier la rhizogénèse, il est extrait, purifiée cristallisée à partir d'un champion *Gibberella fujikuroi* en 1938, suite à une maladie fongique affectant le riz (Schmid ,1978). Les gibbérellines (GAs) constituent une classe des phytohormones communément connu sous le nom d'acide gibbérellique, et qui ont un impact sur divers aspects de la croissance et du développement de la plante (Fleet and Sun, 2005).

Elles sont appliquées artificiellement, de remplacer le choc de froid dont ont besoin certaines plantes avant de pouvoir se développer normalement au printemps. Une croissance des fruits parthenocarpiques (Margara, 1989).

4.3.2.4. Ethylène (C₂H₄)

Il est le seul hydrocarbure ayant un effet prononcé sur les plantes. L'auxine et les cytokinines sont des protagonistes importants pour la production de l'éthylène et ils agiraient avec une certaine synergie (Gaspar et *al.*, 1996).

L'éthylène accélère la maturation des fruits et dans certains cas, il peut retarder l'éclosion des fleurs. Ce sont surtout les fruits en voie de maturation qui le produisent en quantité (Schmid ,1978).

4.3.2.5. Acide abscissique

L'acide abscissique (ABA) est depuis longtemps admis comme étant le médiateur de la fermeture stomatique en situation de sécheresse édaphique. Chez les plantes, la production d'ABA est concentrée au niveau du parenchyme des racines et des feuilles matures (Chuste,2014). Il agit également comme un signal interne permettant aux plantes de survivre dans des conditions environnementales défavorables (Keskin et *al.*, 2010).

4.4. Charbon actif

Les charbons actifs (C.A) sont des produits carbonés issus de précurseurs naturels ou synthétiques contenant une part importante de carbone dans leur composition élémentaire chimique (Laurette, 2004 cité par Hadoun, 2010). Il peut être produit à partir de toute

matière organique végétale riche en carbone (bois, écorce, pâte de bois, coques de noix de coco, coques de cacahuètes, noyaux d'olives, ou bien de houille, tourbe, lignite, résidus pétroliers) (Lu, 2005). Il est principalement disponible sous deux formes différentes (poudre ou en grains).

Les (C.A) sont des matériaux adsorbants constitués essentiellement de matières carbonées. Ils sont dotés d'une porosité très développée qui leur donne la propriété d'adsorber et de fixer sur sa surface de nombreuses molécules. La composition chimique de charbon actif est comme suit (Tableau 7).

Tableau 7 Composants élémentaires d'un charbon actif

Composants	Taux (%)
Carbone (C)	88
Hydrogène (H)	0,5
Azote (N)	0,5
Soufre (S)	1
Oxygène (O)	6 à 7
Matières minérales	3 à 4

4.4.1. Formes du Charbon actif

Il existe plusieurs catégories de charbon actif dont les plus importants sont (Figure 7) :

- ✓ **Charbon actif en poudre (CAP) :** Il prend la forme de grains de taille comprise entre 10 et 50 μm . Sous cette forme, il s'utilise souvent pour le traitement de l'eau et du gaz. Dans le premier cas, il est généralement utilisé en combinaison avec un traitement clarificateur pour augmenter le temps de contact entre le charbon et l'eau.
- ✓ **Charbon actif en grain (CAG) :** La forme est irrégulière et sa taille est comprise entre 0.2-5 mm Il est majoritairement utilisé pour l'élimination des micros polluants organiques et de la matière organique des eaux, mais il est également appliqué au traitement des gaz. Les caractéristiques physiques du CAG varient considérablement selon les matériaux constitutifs et le mode de fabrication.

- ✓ **Charbon actif extrudé** : Il a la forme d'un cylindre et sa taille est comprise entre 0.8 et 5 mm. Ce charbon est principalement utilisé pour des applications en phase gazeuse à cause de sa faible perte de charge, de sa grande résistance mécanique et de sa faible teneur en poussières.



Poudre

Grains

Extrudé

Figure 7 Différentes forme du charbon actif. (LU Jinyan, 2005)

4.4.2. Importance et rôle du Charbon actif

Les travaux de Pan et van Staden (1998) et Thomas (2008), ont montré que les avantages du charbon actif dans les milieux d'enracinement *in vitro* s'expliqueraient par sa capacité à :

- ✓ A absorber ou « piéger » les métabolites (gazeux ou non) diffusant dans le milieu et pouvant inhiber l'enracinement des plantules ;
- ✓ A prévenir la formation de cals indésirables à la place des racines ;
- ✓ A créer un environnement obscur comparable à celui du sol.

Le charbon associé à la densité des plantes permet une meilleure disponibilité et utilisation des éléments nutritifs par la culture. Le charbon activé apparaît comme un bon produit de remplacement des intrants chimiques.

MATERIEL ET METHODES

La production des fruits à noyaux est essentiellement liée d'une part à la sélection, à l'introduction des nouvelles variétés (G) et porte-greffes (PG) ainsi qu'à l'utilisation des techniques modernes (irrigation, paillage, palissage et tailles). Le choix de PG est primordial, il contribue à la réussite d'un verger et à sa longévité.

Les qualités essentielles d'un PG performant sont :

- Résistance aux maladies dûes à la faune du sol
- Adaptation aux conditions édapho-climatiques
- Association du PG/ G ayant une mise à fruit rapide, productivité et qualité élevées.

2.1. OBJECTIFS DU TRAVAIL

Afin de répondre aux préoccupations des pépiniéristes notamment l'ITAFV, nous avons entrepris un travail de recherche sur un PG l'hybride (GF 677) très demandé par les arboriculteurs mais qui présente d'énormes difficultés à s'enraciner au moment de la plantation en pépinière. En effet, le taux de réussite des boutures PG (GF 677) racinées sont très faibles. Il avoisine les 15% comparées au PG (GF Marianna 8.1) où nous obtenons un taux plus élevé avoisinant les 90% (ITAFV,2022).

L'objectif de notre recherche n'est pas de trouver la concentration optimale (AIB) mais plutôt d'étudier la capacité d'enracinement par bouture ligneuse en associant d'autres facteurs abiotiques (charbon actif, substrats) et biotiques (Bactérie A4).

Pour atteindre cet objectif, nous nous sommes basés sur des études précédentes dans lesquelles une solution mère de 5g d'AIB/100ml d'éthanol (98%) avait donné un taux d'enracinement acceptable pour l'olivier (Ghazali,2011) ainsi que les travaux d'El Debache, (2016) qui a utilisé pour le Prunus une solution d'AIB concentrée de 4g /100ml d'éthanol.

Dans cette optique, nous avons jugé utile d'entreprendre des essais expérimentaux afin d'étudier la possibilité d'induction à la rhizogénèse des boutures de l'hybride (amandier x pêcher) (GF.677) en les stimulant par une solution hormonale de base l'AIB diluée seule (solution fille) ou en l'associant avec du charbon actif.

Le pêcher étant une espèce plus sensible, nous avons testé une solution mère à 3g d'AIB à partir de laquelle une solution fille a été préparée. Les combinaisons testées sont :

1 – AIB / Charbon actif

2- AIB / Substrats

- ✓ Perlite,
- ✓ Sable,
- ✓ Tourbe,
- ✓ Terre.

3- Solution d'AIB associée à une suspension bactérienne (*Agrobacterium rhizogenes* : A4).

2.2. SITE EXPERIMENTAL

L'expérimentation s'est déroulée à la ferme de démonstration de Béni Tamou de l'ITAFV ex domaine Si Haroun, située dans la plaine de la Mitidja dans la wilaya de Blida.

Les expérimentations ont été réalisées durant 03 campagnes consécutives (2017/2018, 2018/2019 et 2019/2020).

La ferme de démonstration de Béni Tamou (ex Centre National de Conservation de Contrôle et de Multiplication du matériel végétal de base), a été créé en 1989 dans le but de répondre à certaines missions qui rentrent dans le cadre du processus de développement de l'arboriculture fruitière Algérienne. La superficie totale est de 102,56 ha, elle est répartie comme suit :

- 91,19, ha superficie agricole utilisée,
- 42,19 ha superficie plantée,
- 49 ha des terres nues,
- 11,37 ha de parcours et bâtiments.

La ferme ITAFV de Béni Tamou dispose d'un potentiel foncier et de ressources génétiques riches et diversifiés. Des essais entrepris dans la production de matériel végétal de pré-multiplication (semences, boutures, greffons et plants) des espèces arboricoles sont suivis régulièrement. Il est à noter cependant l'insuffisance en capacité hydrique due au rabattement de la nappe phréatique constituant ainsi une menace et un frein aux perspectives de développement de la ferme (Figure 8).



**Figure 8 Ressources génétiques
(Ferme de démonstration de Béni Tamou) (Originale)**

2.3. CLIMAT

La région présente un climat de type méditerranéen qui se caractérise par une saison chaude et sèche allant du mois de mai jusqu'au mois de septembre et une autre pluvieuse et froide s'étalant de la fin du mois de septembre jusqu'au mois de mars. Ces deux saisons sont alternées par des jours tempérés et doux, à savoir la saison de printemps. Durant les 3 dernières décennies, on assiste à un changement climatique, se manifestant par un hiver long avec un manque de précipitations et une période de printemps plus courte.

2.3.1. Précipitations

La plus grande quantité moyenne de précipitations enregistrées durant les 10 dernières années varie entre 120 et 6 mm respectivement en mars et juillet (Tableau 1, Annexe 2).

La plantation des variétés précoces (récolte à la mi-mai) se justifie dans les régions à faibles précipitations permettant à l'arbre de terminer toutes ses phases phénologiques jusqu'à la récolte.

Durant la décennie (2012-2021) la quantité moyenne de précipitations varie entre 120 et 78 mm respectivement pour les mois de mars et février (Annexe 2). La figure 9 représente le diagramme ombrothermique, où la zone de sécheresse se situe de la mi-avril à la mi-octobre.

Aussi, il y a lieu de mentionner que la plus grande quantité moyenne de précipitations enregistrées durant la campagne agricole (2019-2020) varie entre 186 mm en novembre (2019) et 1 mm juillet (2020), pour une durée de 64 jours. Ceci explique bien la présence d'une période de sécheresse où les précipitations étaient très aléatoires et où l'irrigation devenait une nécessité obligatoire.

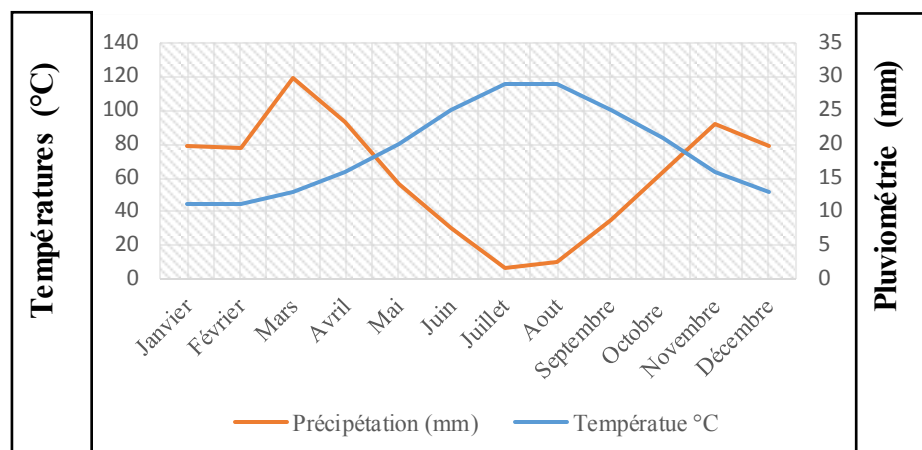


Figure 9 Diagramme ombrothermique de la région de Blida (Décennie 2012-2021)

2.3.2. Températures

Durant la décennie (2012 / 2021), les températures oscillaient entre 11 et 29°C respectivement pour la période hivernale (janvier) et estivale (août). Les mois de juillet et août sont les plus tempérés. Les moyennes de la campagne agricole (2019/2020) oscillent entre 11 et 30°C pour les mois de février et août respectivement. Les mois de juillet et août sont les plus tempérés durant la campagne d'étude.

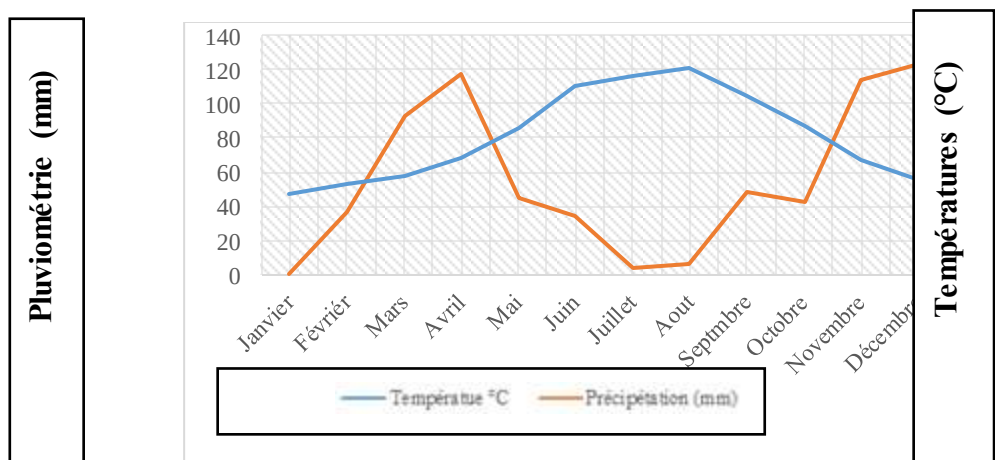


Figure 10 Diagramme ombrothermique de la région de Blida (Campagne 2017/2020)

Le diagramme ombrothermique de la période (2017-2020) (Figure 10) montre que les températures maximales oscillaient entre 15 et 34,5°C respectivement pour les mois de janvier et août. Les températures minimales enregistrées oscillent entre 8,75 et 26,25°C pour les mois de janvier et août respectivement. La moyenne des températures maximales et minimales sont comprises entre

11,88°C (janvier) et 30,13°C (août). Le cumul de froid est très faible se traduisant inévitablement par un rendement trop faible. On constate que la période de sécheresse est située de la mi-avril jusqu'à la mi-octobre. Nous remarquons que la période automnale est plus prolongée avec un hiver et un printemps courts (Figure10).

Durant la période expérimentale allant de 2017- 2020, la quantité de précipitations était insuffisante d'où un apport d'eau d'irrigation d'appoint est nécessaire pour la réussite de la culture entreprise.

2.4. SOL

L'analyse du sol représente une donnée très importante pour la réalisation et la réussite d'une culture agricole. A cet effet, nous avons procédé à la prise de prélèvement des échantillons à partir d'un profil pédologique, que nous avons réalisé sur un carré de 01 mètre de long et de profondeur. Nous avons déterminé 04 horizons distincts (Figure 11).



**Figure 11 Profil pédologique (Profondeur 1m)
Ferme de démonstration de (Béni Tamou) (originale)**

Les analyses physico-chimiques ont été effectuées au laboratoire central (direction générale) de l'institut technique de l'Arboriculture Fruitière et de la Vigne (ITAFV), Tessala-El Merdja et l'analyse granulométrique a été faite au niveau de laboratoire de la ferme de démonstration de Boufarik de l'ITAFV.

Les analyses physiques et chimiques ont été réalisées sur tous les échantillons moyens prélevés par horizon.

2.5. METHODES D'ANALYSES

Lors du déroulement de notre expérimentation, nous avons utilisé les méthodes d'analyses du sol suivantes :

2.5.1. Analyse granulométrique

L'analyse granulométrique est réalisée selon la méthode classique. Les différents constituants sont séparés par sédimentation après leur mise en suspension en utilisant la PIPETTE DE ROBINSON de 20 ml, le sable est séparé par tamisage.

2.5.2. Mesure du pH

Le pH est mesuré par la méthode potentiométrique sur une suspension terre/liquide égale à 1/2,5. Le liquide utilisé peut être de l'eau distillée (mesure du pH-eau) ou une solution de KCl 1N (mesure du pH-KCl).

2.5.3. Mesure de la conductivité électrique

La détermination de la CE permet d'identifier la salinité dans le sol et ses conséquences sur le sol et les plantes cultivées.

2.5.4. Mesure du calcaire total

Il est dosé par la méthode volumétrique qui utilise le calcimètre de BERNARD.

2.5.5. Mesure du carbone organique

La méthode ANNE modifiée est utilisée pour le dosage sur une prise d'essai de terre qui est oxydée par du bichromate de potassium en milieu sulfurique. L'oxydation se fait à chaud (chauffage à reflux). Les échantillons sont maintenus pendant 5mn à ébullition pour que l'oxydation soit complète. Le sulfate de chrome est dosé par colorimétrie à une longueur d'onde de 580 nm. La courbe d'étalonnage est donnée par l'oxydation de quantités croissantes de glucose oxydé dans les mêmes conditions que les échantillons du sol.

2.5.6. Mesure de l'azote total

L'analyse est réalisée selon la méthode KJELDAHL avec une minéralisation à l'acide sulfurique (H_2SO_4) concentré et le catalyseur. La distillation, et la titration sont réalisées au retour avec (H_2SO_4) à faible concentration.

2.5.7. Mesure du phosphore assimilable

Il est déterminé par la méthode d'OLSEN. L'extraction de l'acide phosphorique (H_2PO_4) est faite avec une solution de bicarbonate de sodium ($NaHCO_3$) 0,5M dont le pH est de l'ordre de 8,5. Le phosphore extrait est dosé par colométrie.

2.5.8. Potassium assimilable

L'extraction du potassium soluble et échangeable s'est faite avec une solution d'acétate d'ammonium 1N à pH 7. Le potassium extrait est dosé par spectrophotomètre avec une minéralisation avec l'acide sulfurique (H_2SO_4) concentré et le catalyseur. La distillation, et la titration sont faites au retour avec (H_2SO_4) à faible concentration.

2.6. ANALYSE DU SOL

Les résultats des analyses physico-chimiques du sol de la parcelle d'essai sont présentés dans le tableau 8 et comparés aux normes d'AFNOR, (1974) sont présentés dans le tableau 8 et l'Annexe 3.

Tableau 8 Caractéristiques analytiques du sol

Paramètre	Unité	Résultats			
		Horizons (cm)			
		0-22	22-50	50-69	69-92
pH eau		7,70	7,70	7,45	7,60
CE	dS/m	0,30	0,27	0,26	0,25
Calcaire total	%	1,76	1,76	1,76	0,88
Calcaire actif	%	-	-	-	-
K ₂ O assimilable	Méq/100g	0,12			
P ₂ O ₅ assimilable	ppm	27,40			
Azote total	g/kg	1,61			
Carbone (C)	%	14,76			
Matière organique	%	2,54			
Rapport C/N		9,20			
Argile	%	31,10	23,05		
Limon fin	%	58,8	67,08		
Sable fin	%	7,05	7,97		
Sable grossier	%	2,95	1,83		

Les résultats des analyses du sol, nous indiquent que le pH des trois horizons varie entre 7,45 et 7,70, ceci nous permet de conclure que le sol est alcalin (tableau 12). L'analyse granulométrique de la parcelle a montré que le taux du limon est plus élevé suivi par l'argile comparé au sable avec un taux très faible (7,05 et 2,95) dans le premier horizon et (7,97 et 1,83%) dans le deuxième horizon.

La parcelle expérimentale contient des quantités d'éléments nutritifs variables.

Selon les résultats obtenus et comparés aux normes d'AFNOR, (1974), il en ressort (Annexe 3), que :

- La conductivité électrique varie entre 0,25-0,30, le sol est non salé (Classification de de l'USSSL,1954).
- Le sol est peu calcaire (1,76%) à non calcaire en profondeur (0,88%). Il possède des teneurs moyennes en matières organiques avec une bonne décomposition (2,54%).
- Il est assez pourvue en azote total, suite à sa libération par la décomposition de la matière organique (1,61g/ kg) mais assez pauvre en phosphore assimilable (25,40 ppm).
- Le sol présente de faibles teneurs en potassium assimilable (0,12 méq / 100g).

Les résultats de l'analyse granulométrique de Béni Tamou présente les caractéristiques suivantes : (Normes d'AFNOR) et le triangle textural (classification américaine) :

La texture est limono-argileuse avec une perméabilité appréciable.

Ce sol nécessite des amendements organiques pour diminuer sa compacité et éviter ainsi l'asphyxie racinaire lui permettant aussi une certaine aération.

2.7. MATERIEL VEGETAL UTILISE

L'étude de l'aptitude au bouturage a été réalisée sur la collection de ressources génétiques porte-greffe (PG) de l'ITFV et conservée au niveau de la ferme de démonstration de Béni Tamou. Cette collection est maintenue sous forme de pieds-mères (Haies de boutures) (Figure 12), elle comprend 2 espèces de *Prunus* (Prunier : Mariana GF8.1) et (pêcher : GF.677).



**Figure 12 Haie de boutures de l'hybride (GF.677)
(Pleine végétation) (Originale, 2020)**

Le matériel végétal utilisé dans notre expérimentation sont des bois de taille prélevés au niveau de porte-boutures (Haie de boutures) au moment de la dormance de l'hybride (Pêcher x Amandier) le (GF.677).

2.7.1. Récolte et préparation des boutures

La date de récolte des rameaux est réalisée pendant la période hivernale (période de la taille) au de mois de décembre durant 3 campagnes consécutivement (2016/2017), (2017/2018) et (2018/2019).

L'opération consiste à façonner et les fragmenter en segments de 30 cm à un œil basal. Ils sont ensuite conservés dans des jauges jusqu'à la stratification.

Suite aux conditions climatiques défavorables (Hiver doux, accumulation de froids faibles) et la vulnérabilité du PG du pêcher (GF.677), il a été constaté que seule la zone basale du rameau avait une vigueur de 1cm de diamètre donc possédant des réserves appréciables pour la reprise. Notons que les parties médiane et apicale du rameau étaient plus frêles.

Pour cela, nous nous sommes intéressés uniquement à cette partie végétative (partie basale) (Figure 13).

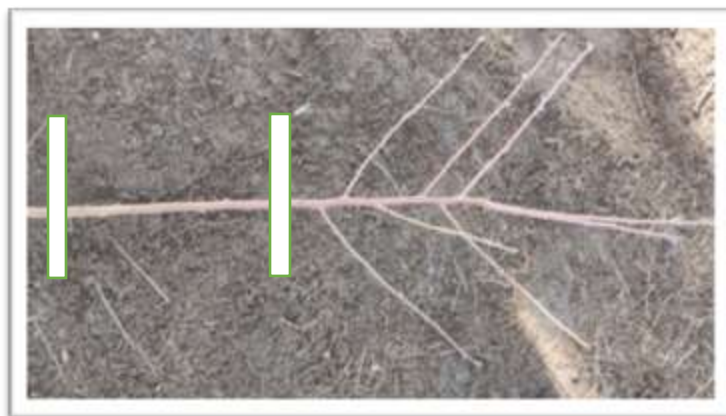


Figure 13 Rameau lignifié de la partie basale et les anticipés (Originale, 2020)

2.7.2. Préparation des solutions hormonales

Une solution-mère d'une concentration de 30000 ppm a été préparée en dissolvant 3g d'AIB en poudre dans 100 ml d'éthanol pure (98%). La solution fille a été obtenue en diluant 10 ml de la solution mère dans 90 ml d'eau distillée soit une concentration de 3000 ppm.

Pour mieux conserver l'auxine et éviter sa dégradation, nous avons placé les flacons à basse température (4°C) et à l'abri de la lumière, pour éviter que la solution précipite

2.7.3. Traitement et stratification des boutures

A la sortie de la jauge de conservation, nous avons entamé l'opération de traitements des boutures qui consiste à tremper la base de la bouture dans la solution fille d'AIB seule ou combinée avec charbon actif pendant 10 secondes sur une longueur de 2 cm.

Un essai a été réalisé en incorporant une *bactérie rhizogène* type « A4 » à la solution hormonale fille.

Elles sont ensuite stratifiées dans une jauge jusqu'au jour de la mise en terre. Cette opération permet la formation du cal et le cumul du froid. Les boutures sont humidifiées une fois par semaine selon le climat jusqu'à la mise en terre directement au sol où dans des sachets noirs opaques de capacité 2kg, remplis de différents substrats soit (Perlite, sable, tourbe et la terre de la ferme expérimentale).

Un témoin a été préparé où des boutures n'ont eu aucun traitement d'AIB.

2.8. ESSAI COMBINAISON HORMONE / CHARBON ACTIF

Le but de cet essai est de mettre en évidence l'impact de la combinaison hormone (AIB) / charbon actif sur l'induction à la rhizogénèse de l'hybride (GF.677).

2.8.1. Charbon actif

Le charbon est doté de grandes propriétés capables d'améliorer l'état des sols agricoles (Kouassi et *al.*, 2017). L'incorporation du charbon actif au sol modifie son état hydrique et influence le développement racinaire des plantes ainsi que la faune du sol (Major et al., 2009 in Kouassi et *al.*, 2017). Il joue le rôle d'un complexe adsorbant et fixe les éléments nutritifs comme le carbone, l'azote, le phosphore, le potassium et le calcium (Sohi, 2012 in Kouassi et *al.*, 2017).

2.8.2. Mise en terre

La mise en terre des boutures a été réalisée dans des bacs de 10 m de longueur et 1m de largeur soit 10 m² de surface. Un mélange de tourbe et de sol a été préparé, ce substrat évite la compaction du sol et lui permet une bonne aération avec un apport d'engrais de fond (NPK) à raison de 0,1kg. Le sol a été ameubli sur 25 cm afin d'éviter que le tissu de la base de la bouture (cal formé pendant la stratification) ne soit abîmé ou détérioré lors de la mise en terre. A la sortie de la

stratification et au moment de la mise en terre, nous avons constaté que presque la totalité des boutures présentent des cals bien développés et d'autres en sont dépourvues (boutures non traitées).

Pour la mise en terre, nous avons confectionné des sillons pour installer les boutures, ces dernières sont enfoncées dans le sol au deux tiers (environ 20 cm), de l'œil basal, tandis que le tiers restant est au-dessus du sol. Un buttage a été réalisé afin d'éviter le dessèchement des jeunes boutures en apportant une irrigation d'appoint (Figure 14).



**Figure 14 Mise en terre des boutures du (GF.677)
(Originale, 2020)**

Un rabattage des boutures à 2 yeux a été pratiqué pour assurer le débourrement. Durant la période de croissance des rameaux, on élimine une des 2 pousses, tout en gardant la plus vigoureuse qui va continuer son développement.

2.8.3. Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental adopté est un bloc aléatoire complet à deux (01) facteur étudié avec trois (03) répétitions. Chaque bloc comprend trois (03) traitements avec six (06) observations chacune soit dix-huit (18) sujets par bloc. Le facteur hormone avec et sans charbon actif ont été testés en comparaison avec un témoin (T_0).

- T_0 : Témoin (traitement sans hormone (AIB) et sans charbon actif).
- T_1 : Traitement avec hormone (AIB) et sans charbon actif.
- T_2 : traitement avec hormone (AIB) et charbon actif.

Les blocs et les traitements sont répartis selon la table de permutation aléatoire des nombres aléatoires de 1 à 10 et espacés l'un de l'autre de 3cm (Figure 15).

BLOC2	T₀	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆
	T₁	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆
	T₂	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆

{ 30 cm

BLOC1	T₂	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆
	T₁	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆
	T₀	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆

{ 30 cm

BLOC3	T₁	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆
	T₀	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆
	T₂	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆

Figure 15 . Dispositif expérimental (Hormone / charbon actif)

P₁ à P₆ : Futures plantules

2.8.4 Description du dispositif expérimental

Le dispositif expérimental est composé comme suit

- Facteur contrôlé (blocs): 3
- Nombre du facteur étudié : boutures de l'hybride (GF.677).
- Nombre de niveaux de facteur étudié (2) : Solutions hormonales :
 - ✓ $S_1 : (T_1)$: Solution hormonale seule
 - ✓ $S_2 : (T_2)$: Solution hormonale avec ajout du charbon actif

en comparaison avec un témoin (T_0) : (Sans traitements)

Le nombre d'unités expérimentales sont notées de P_1 à P_6 (Boutures repiquées par traitement et par bloc), soit 18 unités expérimentales par bloc et 54 observations au total.

2.9. ESSAI DE LA COMBINAISON HORMONE / SUBSTRAT

Le but de cet essai est l'identification du substrat associé à une dose hormonale standard susceptible de provoquer l'induction à la rhizogénèse du (GF.677).

2.9.1. Substrats utilisés

Nous avons testé 4 substrats différents pour suivre l'évolution et le développement des boutures :

- ✓ **Tourbe brune** : qui est un type de sol organique à structure le plus souvent fibreuse, formée par la décomposition lente de végétation en milieu asphyxiant.
- ✓ **Sable et gravier** : matériau ayant une faible capacité tampon.
- ✓ pour l'eau, et leur emploi à l'état pur implique un contrôle rigoureux de l'irrigation pour éviter le lessivement.
- ✓ **Perlite** : elle provient de chauffage à 1100°C d'un silicate volcanique, peut être incorporée dans les mélanges en pépinière (Campredon, 1985).
- ✓ **Terres** : elles ne sont utilisées comme substrat que lorsqu'elles sont naturellement riches en matières organiques (couche de surface).

2.9.2. Mise dans des conteneurs

Après stratification, les boutures ont été repiquées dans des sachets noirs ayant une capacité de 2 kg rempli de substrat. Ils sont ensuite disposés dans une serre non contrôlée et organisés en une planche (1x5m).

L'expérimentation a été conduite dans une serre tunnel. Elle se compose d'une série d'éléments juxtaposés constitués chacune par une armature en tube d'acier et un film plastique transparent se fixe par divers systèmes de clips qui coincent le film contre le profil.

2.9.3. Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental adopté est en randomisation totale à un facteur étudié combinés à quatre (04) substrats réparties selon la table de permutation des nombres de 1 à 10 avec cinq (05) observations chacune. Au total, nous avons retenu 40 observations en comparaison avec un témoin sans AIB.

2.9.4. Description du dispositif expérimental

Le dispositif expérimental est composé comme suit :

- Facteur contrôlé (blocs): 2
- Facteur étudié : Boutures de l'hybride (GF.677).
- Nombre de niveaux de facteurs étudiés (4) : substrats :
 - ✓ S₁: (Perlite).
 - ✓ S₂: (Tourbe).
 - ✓ S₃: (Sable).
 - ✓ S₄: (Terre).

En comparaison avec un témoin (T₀) sans la solution hormonale et directement repiqué dans les substrats retenus.

Le nombre d'unités expérimentales sont notées de P₁ à P₅ (Boutures repiquées par traitement et par bloc), soit 20 unités expérimentales par bloc et 40 observations au total (Figure 16).

Substrat	Terre	Tourbe	Sable	Perlite
T ₀ Sans AIB	P ₁	P ₁	P ₁	P ₁
	P ₂	P ₂	P ₂	P ₂
	P ₃	P ₃	P ₃	P ₃
	P ₄	P ₄	P ₄	P ₄
	P ₅	P ₅	P ₅	P ₅
T ₁ utilisation AIB	P ₁	P ₁	P ₁	P ₁
	P ₂	P ₂	P ₂	P ₂
	P ₃	P ₃	P ₃	P ₃
	P ₄	P ₄	P ₄	P ₄
	P ₅	P ₅	P ₅	P ₅

Figure 16 Dispositif expérimental (Hormone / substrats)

Substrats : Perlite, tourbe, sable et terre

P1 à P5 : Futures plantules

2.10. COMBINAISON HORMONE / D'UNE SOUCHE BACTERIENNE

L'objectif de cet essai est de suivre la réaction et le développement des boutures de l'hybride GF677(pêcher x amandier) trempées dans une solution hormonale diluée (solution fille) enrichie par la souche bactérienne d'*Agrobacterium rhizogenes* (type A4).

La souche A4 utilisée est originaire de la Californie (Etats-Unis., Elle est isolée par Dubrin (Bouzar, 1983). C'est une souche à agropine (Lambert et *al.*, 1988). Elle porte le plasmide Ri dont l'ADN-T est constitué de 2 segments, TL-DNA (left DNA) et TR-DNA (right-DNA) (Giri et Narasu, 2000 ; Tao et Li, 2006). Elle nous a été fournie par le laboratoire de microbiologie de l'université Blida 1.

2.10.1. Préparation de la suspension bactérienne

La souche bactérienne (A4) est conservée à -4°C à l'obscurité dans un milieu solide YEM (Vincent, 1970). C'est un milieu d'isolement et d'entretien des bactéries en biologie végétale.

Tableau 9 Composition chimique du milieu YEM (Vincent, 1970)

Formule chimique	Concentration (mg/l)
K ₂ HPO ₄	500
MgSO ₄ , 7(H ₂ O)	200
NaCl	100
Extrait de levure	400
Mannitol	10.000
pH	ajusté à 7

2.10.2. Activation de la bactérie (1^{ère} étape)

La souche conservée à l'état congelé est activée. Cette phase consiste à ensemercer les bactéries sur le milieu YEM préalablement préparé suivi d'une incubation à l'obscurité à une température de 26 ± 1°C pendant 72 heures (Tableau 9) et (Figure 17).

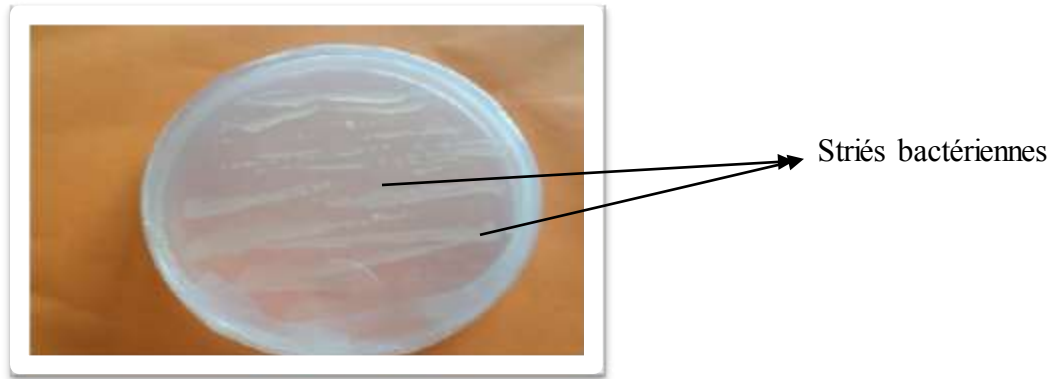


Figure 17 Ensemencement de la bactérie A4 (Photo originale)

2.10.3. Mise en suspension des souches bactériennes (2^{ème} étape)

L'incubation des bactéries en suspension est réalisée dans l'obscurité en incubateur-agitateur pendant 24 heures à $26 \pm 1^\circ\text{C}$.

2.10.4. Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental adopté dans notre étude est un bloc aléatoire complet à trois (03) répétitions. Il comporte trois (03) traitements et six (06) boutures soit dix-huit (18) observations par bloc, et 54 boutures au total.

Les blocs et les traitements sont répartis selon la table de permutation aléatoire des nombres de 1 à 6.

- T_0 : Témoin (Traitement sans hormone et sans bactérie).
- T_1 : Traitement avec hormone et sans bactérie.
- T_2 : Traitement avec hormone et bactérie.

2.10.5. Mise dans des conteneurs

Les boutures stratifiées sont repiquées dans les sachets noirs (2kg) remplis de terre de la ferme. Les conteneurs sont ensuite disposés et organisés en planche (1x5m) (Figure18).

BLOC2	T₀	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆
	T₁	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆
	T₂	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆

{ 30 cm

BLOC1	T₂	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆
	T₁	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆
	T₀	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆

{ 30 cm

BLOC3	T₁	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆
	T₀	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆
	T₂	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆

Figure 18 Dispositif expérimental (Hormone / Bactérie)

P₁ à P₆ : Futures plantules

2.10.6. Description du dispositif expérimental

Le dispositif expérimental est composé comme suit :

- Facteur contrôlé (blocs): 3
- Nombre du facteur étudié : boutures de l'hybride (GF677).
- Nombre de niveaux de facteurs étudiés (2) : Solutions hormonales :
 - ✓ $S_1 : (T_1)$: Solution hormonale seule ;
 - ✓ $S_2 : (T_2)$: Solution hormonale avec ajout de la bactérie.

En comparaison avec un témoin sans traitements (T_0).

Le nombre d'unités expérimentales sont notées de P_1 à P_6 (Boutures repiquées par traitement et par bloc), soit 18 unités expérimentales par bloc et 54 observations au total.

2.11. PARAMETRES MESURES

Au cours de notre expérimentation, nous avons réalisé des mesures biométriques pour tous les traitements testés.

Les paramètres de mesure retenus pour l'ensemble des essais réalisés sont :

- ❖ Débourrement : comptage de nombre de boutures débourrées chaque semaine.
- ❖ Croissance des pousses : mesures des boutures tous les 15 de jours (cm).
- ❖ Importance du chevelu racinaire en fin de culture.
- ❖ Taux d'enracinement en fin de culture (%).
- ❖ Nombre de racines par bouture en fin de culture.
- ❖ Longueur des racines au niveau de chaque bouture (cm).

TROISIEME PARTIE : RESULTATS ET DISCUSSION

3. INDUCTION A LA RHIZOGENESE

3.1. Combinaison hormone / charbon actif

Les opérations culturales effectuées au cours de l'expérimentation depuis la mise en terre occupent une place et une durée bien définie dans le calendrier cultural. Les travaux effectués concernent l'irrigation, le binage, le désherbage, ébourgeonnage et d'autres opérations complémentaires.

3.1.1. Etat végétatif

L'état d'un plant (PG) produit en pépinière débute par un débourrement des boutures après une dormance, si les conditions climatiques sont réunies (Tableau 10)

Au moment du repiquage, avant la mise en terre les boutures ligneuses préparées en dormance, mesuraient 30cm durant le mois de décembre 2019.

Les boutures témoins (sans traitements) et celles qui sont traitées (T_1 et T_2) sont arrosées après repiquage avec l'eau de robinet une fois tous les huit (08) jours.

**Tableau 10 débourrement des boutures
(Campagne 2020)**

Traitement	Début	Fin
T_0	17 février	19 mars
T_1	05 février	04 mars
T_2	03 février	24 février

T_0 : Boutures témoins (sans traitement).

T_1 : Boutures traitées avec une solution hormonale sans charbon actif.

T_2 : Boutures traitées avec une solution hormonale + charbon actif.

Les boutures traitées (T_1 et T_2) ont débourré au début de février, comparées aux témoins (T_0) qui ont accusé un retard de 15 jours environ.

A l'inverse, la fin de débourrement a été précoce pour les boutures traitées (T_1 et T_2) en comparaison avec les témoins où le débourrement était plus étalé et tardif.

En effet, nous constatons l'apparition d'une pousse feuillue qui finit par dépérir et se dessécher. Ce phénomène est dû aux réserves contenues dans les boutures ligneuses qui ont été puisées, ce qui a entraîné une mortalité quasi totale des boutures témoins.

3.1.2 Taux de débourrement du (GF.677)

Dans des conditions appropriées (facilité d'enracinement, âge, état nutritionnel de la haie de prélèvement des boutures et la génétique liée à la plante), la bouture prélevée peut produire un nouveau système racinaire et des nouvelles pousses indépendantes de la plante mère. D'autres plantes récalcitrantes parmi elles, l'hybride (GF.677) présente d'énormes difficultés à émettre des racelles, un traitement est nécessaire pour déclencher cette rhizogénèse.

**Tableau 11 Taux de débourrement des boutures (%)
(Hybride GF.677)**

Traitements	T ₀	T ₁	T ₂
Taux de débourrement	5,00	53,33	75,00
	± 0,62	± 5,16	± 5,48
	C	b	a

Les boutures traitées (T₂) ont donné les meilleurs résultats de débourrement avec 75% comparées à celles ayant subies un trempage dans la solution hormonale (AIB) seule où le taux de bourgeons débourrés est en moyenne 53.33% (Tableau 11).

Nous avons obtenu un taux très faible pour les boutures témoins (T₀) qui n'ont enregistré que 5% en comparaison avec T₁ et T₂. Signalons que les 5% des boutures débourrées témoins, se sont nécrosées et ont finis par se dessécher.

Nous pouvons remarquer que le pourcentage de débourrement le plus élevé est significativement remarquable au niveau de la solution T₂ avec un accroissement de 28,89% en comparaison avec le traitement T₁ (solution hormonale seule) (Figure 19).

3.1.3.1. Hauteur finale des plantules (cm)

Les résultats relatifs à la hauteur des plants en fonction des traitements testés sont présentés dans la (Figure 20).

Nous pouvons noter que le facteur traitement manifeste un effet positif sur la hauteur finale des plants de (GF.677) (Figure 21).

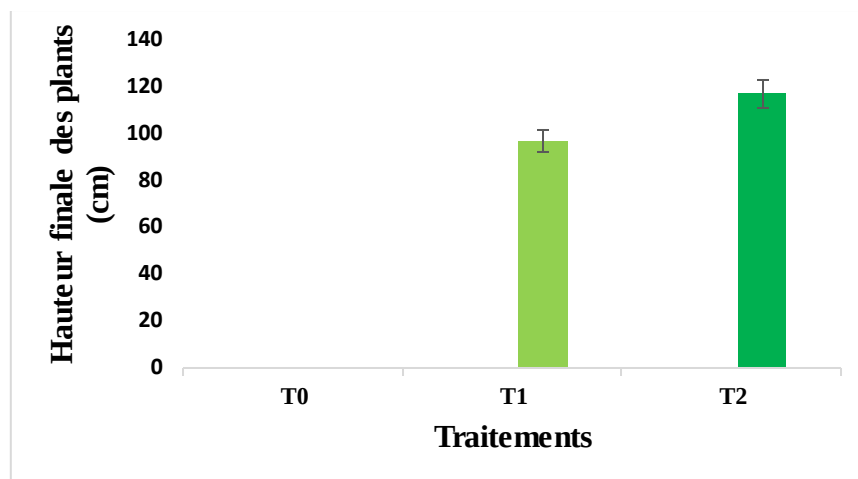


Figure 20 Hauteur finale des plants (cm)

En effet, les plants issus de la solution (T₂) (solution hormonale avec charbon actif) manifestent le paramètre mesuré le plus performant avec une valeur moyenne de 117, 17 cm de hauteur, soit un accroissement de 17,07% comparé au traitement (T₁) (solution hormonale sans charbon actif) où les plantules enregistrent une hauteur moyenne plus faible de 97,17 cm.



- a-

- b-

Figure 21 Aspect végétatif des plants de (GF.677) (Originale)

- a- Plantules traitées par la solution T_1

- b- Plantules traités par la solution T_2

Aussi, il y'a lieu de noter que les conditions climatiques étaient favorables, elles étaient marquées par des températures clémentes (T° maximale 20°C fin débourrement) et qui ont pu favoriser une bonne croissance des plants. D'autres part, la partie végétative chez les plants traitées (T_2) présente une végétation plus dense comparativement à ceux du traitement (T_1) (Figure 21).

3.1.3.2. Taux d'enracinement des plantules

Les résultats de l'effet traitement sur l'enracinement des boutures sont significatifs. Le traitement (T_2) exerce une action significative sur le taux d'enracinement des plants obtenus avec 33,33% soit un accroissement de 81,83% par rapport au traitement (T_1) (dépourvu de charbon actif) où nous avons enregistré un taux plus faible de 18,33% (Tableau 12 et Figure 22).

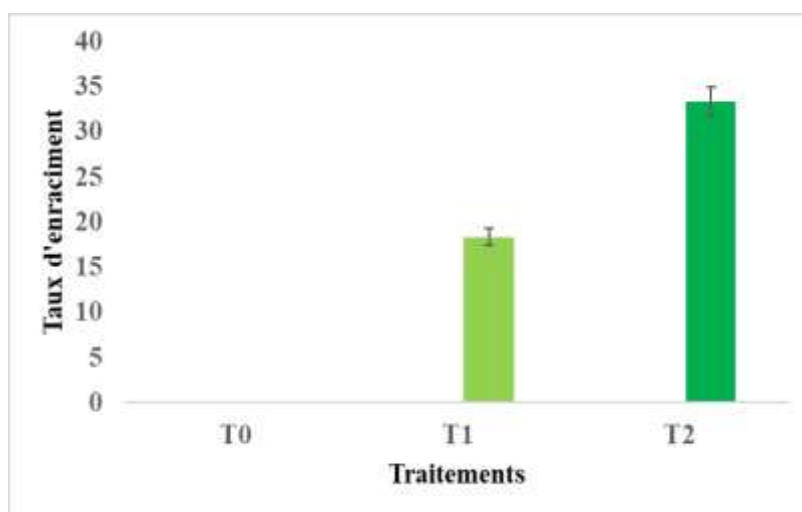


Figure 22 Taux d'enracinement des plants par traitements

Nous remarquons que les boutures traitées avec la solution hormonale additionnée du charbon actif présente des plants vigoureux avec un système racinaire plus développé et un chevelu racinaire dense (Figure 23).



Figure 23 Aspect des racines de plants de (GF.677) (Originale)

- a- Racines obtenues après traitement (T_1)

- b- Racines obtenues après traitement (T_2)

3.1.3.3. Nombre de racines par plant

Les résultats de l'effet traitement sur le nombre de racines par plantule sont présentés dans la figure 24. L'effet traitement exerce une action significative sur ce paramètre mesuré, le traitement (T_2 : AIB + charbon actif) manifeste un accroissement de 50% par rapport au traitement sans charbon actif (T_1), de ce fait, le charbon actif demeure un inducteur de la rhizogénèse.

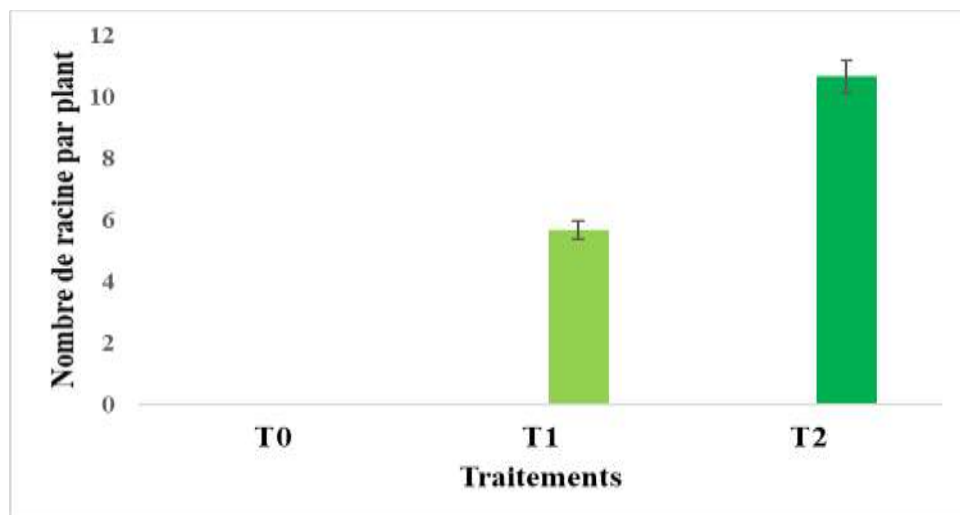


Figure 24 Nombre de racines par plant et par traitement

En effet, la racine représente l'organe de la plante la plus difficilement exploitable en raison de son ancrage dans le sol. A cet effet, et pour une meilleure préservation des racines intactes, à l'arrachage, nous avons mis soigneusement la partie racinaire des plants sous l'eau courante afin d'éliminer toute trace de terre.

3.1.3.4. Longueur des racines par plant et traitement

Les résultats de l'effet traitement sur la longueur des racines par plant sont représentés dans la figure 25. Le facteur traitement manifeste une action remarquable sur ce paramètre mesuré.

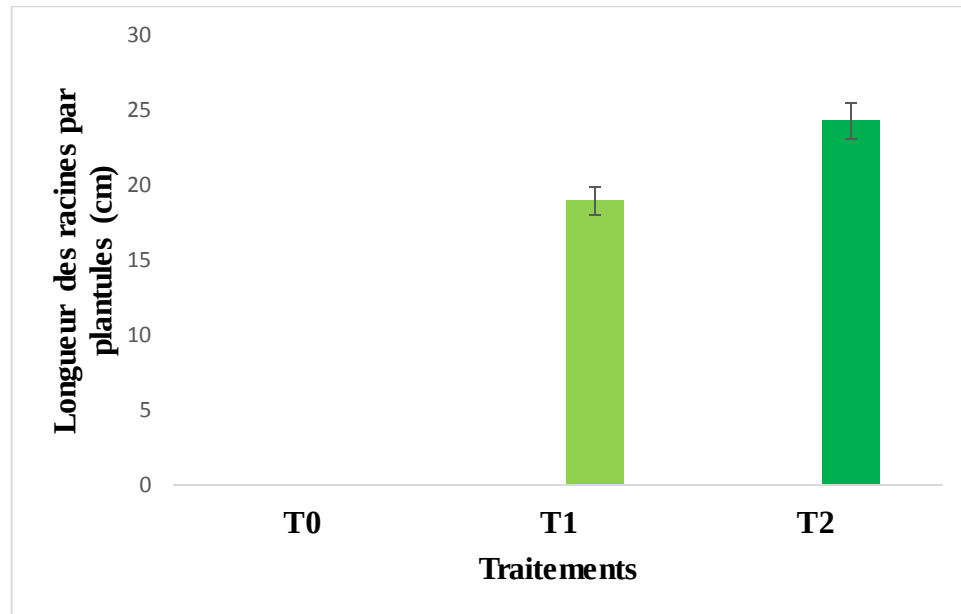


Figure 25 Longueur des racines par plantules du (GF.667) (cm)

On peut déduire que la longueur des racines par plant la plus élevée au niveau du traitement (T₂) renfermant le charbon actif est de 24,33 cm soit une augmentation de 22% comparé au traitement (T₁) sans charbon actif.

3.1.4. Description des plantules

Au cours de notre expérimentation, et durant le cycle végétatif on a constaté que les plantules avaient un aspect sain (absence de prédateurs) (Figure 26).

L'hybride PG (GF.677) étudié que nous avons multiplié par voie végétative (bouturage ligneux) en pépinière après un cycle complet en pépinière est soit :

- apte au greffage, en général il dépasse un 1 mètre de hauteur et possède environ un diamètre de 1 cm, c'est le cas des plants obtenus après traitement (T₁ et T₂) où nous avons enregistré en fin de cycle une longueur moyenne respective de 97,17 et 117,17cm ou :
- destinés à la création de jeunes nouvelles haies.



**Figure 26 Aspect végétatif des plants de (GF.677)
(Après traitements : T₁ et T₂) (Originale)**

Pour nos essais, les plants obtenus ont été greffés et transplantés pour un remplacement des arbres manquants dans le verger de l'abricotier (variété Pellichilla) à la ferme expérimentale de Beni Tamou.

Discussion

Soulignons que la plupart des travaux entrepris par les chercheurs sur le processus de la rhizogénèse et surtout sur le PG hybride (GF.677) présentant d'énormes difficultés à s'enraciner par voie traditionnelle sont réalisés essentiellement en culture in-vitro.

La rhizogénèse est un processus qui conditionne la formation et le développement de racines chez les végétaux. Elle est conditionnée par plusieurs facteurs tels que la disponibilité en sels minéraux, en sucre, en température, en lumière et le développement foliaire.

Les plants ligneux ont tendance à sécréter des substances (phénols) qui peuvent inhiber la rhizogénèse, le charbon actif a la faculté d'adsorber ces substances (Zryd, 1988).

Mazinga et *al.*, (2014) ayant testé le charbon actif sur le microbouturage des ligneux, précise que ce dernier a été utilisé pour son rôle d'antioxydant, son incorporation dans le milieu améliore la rhizogénèse car il a la propriété de fixer et de retenir certaines

molécules par adsorption (les sécrétions des boutures et éventuellement l'excès de l'auxine quand la solution hormonale est très concentrée).

Par ailleurs, Mazinga et *al.*, (2014) montrent dans leurs travaux que l'effet du charbon actif est similaire à celui de l'obscurité, car ce dernier noircit le milieu ce qui permet de stimuler le bourgeon basal.

Margara, (1989) précise que la rhizogénèse passe par trois étapes, l'induction, l'initiation, et l'élongation. Les deux premières étapes sont favorisées par un faible rapport de cytokines /auxines. Les auxines les plus utilisées en horticulture et en arboriculture sont généralement AIB et ANA.

A travers les principaux résultats présentés, nous pouvons déduire que le facteur traitement manifeste un effet positif sur les différents paramètres mesurés. Les plants obtenus après traitement (T_2) des boutures (solution hormonale avec charbon actif) manifestent des accroissements significatifs comparée à la solution T_1 (solution hormonale sans charbon actif). Les boutures témoins (T_0) qui n'ont subi aucun traitement (stratification directe) n'ont pas évolué et ont stoppé leurs développements.

Il est rappelé que la vigueur des plants est appréciée par la hauteur des plants en fin de la période de croissance ainsi que par le nombre de rameaux anticipés produits (ramifications à partir du rameau principal).

Notons que l'association de l'hormone et du charbon actif exercent une influence très favorable sur tous les paramètres biométriques mesurés (la hauteur, nombres de racines, la longueur et le taux d'enracinement enregistré est de 33,33 %) comparativement au traitement hormonal seul (sans charbon actif) où le pourcentage des racines formées est de 18,33%. Les résultats obtenus sont similaires aux travaux réalisés par Laghezali et *al.*, (1998) qui soulignent que le (GF.677) est plus vigoureux avec un enracinement dense quand il est stimulé par une hormone de croissance exogène notamment l'AIB.

Aussi, d'autres travaux ont été réalisés par Youmbi et Benbadis, (2001), sur le safoutier (*Burseraceae*), un arbre dont les fruits oléagineux sont très appréciés par les populations du continent africain. Ils ont utilisé un milieu MS/2 additionné de charbon actif à 2 g/l et la cytokinine (BAP) qui a provoqué le meilleur débourrement des bourgeons axillaires et une bonne croissance des tigelles en in-vitro.

Egalement les travaux de (Boudabous et *al.*, 2010) ont abouti à un fort pourcentage de débourrement (85%) à partir d'une culture première des bourgeons axillaires de *Malus domestica* L. cultivar Douce de Djerba sur un milieu MS additionné de 1.0 mg / l de BAP et de 0.1 mg / l d'AIB et 2g / l de charbon actif.

Les vitro plants du manioc (*Manihot esculenta* Crantz) cultivés sur le milieu MS et MS/2 additionné du charbon actif (concentration de 3g/l), a montré que le charbon actif présente un effet favorable sur la formation des nœuds avec en moyenne 12.47 comparé au milieu témoin qui n'enregistre que 6,07. La hauteur obtenue est plus importante en moyenne avec 14,44 cm (ajout du charbon actif) comparées aux témoins où la hauteur reste chétive avec 9,42 cm (Adjahossou et *al.*, 2015).

Les travaux d'El Hamdouni et *al.*, (2000) sur l'espèce fraisier (*Fragaria vesca*) montre que la présence de charbon actif dans le milieu (KNOP ou MS/2) augmentait la longueur moyenne des pousses produites.

Nos essais sur le bouturage ligneux traditionnelle montrent que les boutures n'ayant subi aucun traitement (témoins) ne présentent aucun enracinement. Le taux d'enracinement des boutures issues des différents traitements étudiés montre que les plants issus de la solution T₂ (solution hormonale avec charbon actif) manifestent les paramètres mesurés les plus performants avec des accroissements significatifs par rapport à la solution T₁ (solution hormonale seule).

Le charbon actif a agi bénéfiquement sur l'enracinement des plants de (GF.677).

Les résultats obtenus corroborent avec les travaux de Houar et *al.*, (2014) où ils mentionnent que les traitements auxiniques et notamment l'AIB, améliorent le taux d'enracinement. La nature et la concentration de l'auxine utilisée pour induire la rhizogénèse et a une influence sur le processus d'enracinement.

Il y a lieu de préciser que la racine développée lors de nos essais est une racine fasciculée, caractérisée par le développement de nombreuses racines adventives, d'égale importance, et qui peuvent évoluer et devenir plus denses. Nous pouvons déduire que pour notre cas le charbon actif a agi efficacement sur l'enracinement des plants de (GF.677).

Les résultats sur l'élongation des racines des plants de (GF.677) sont similaires aux travaux de (Boudabous, 2010), en in-vitro où un pourcentage d'enracinement de 66,7% est obtenu chez le pommier Cultivar Douce de Djerba sur un milieu de MS dilué de moitié et

enrichi de 3mg /l d'AIB et 2 g /l de charbon actif et dont 60% des plantules possédant un système racinaire bien développé. En effet, le charbon actif a la propriété de fixer et retenir certaines molécules amenées à son contact par adsorption. Dans ce cas, l'AIB restant au niveau des plantules sera adsorbé par le charbon actif et ainsi éviter leurs nécroses (INFO, 2018).

Les travaux de Yakoub-Bougdal et *al.*, (2000) sur la variété d'olivier (Chemlal) réputée pour son enracinement très difficile par voie asexuée traditionnellement. Ils ont montré qu'en culture in-vitro sur milieu MS/2 avec des doses élevées d'auxines (ANA) à 6mg /l ont obtenu un taux d'enracinement élevé de 27,08%. L'ajustement du charbon actif à raison 7g/l au milieu a amélioré l'enracinement des boutures et le taux de réussite est passé de 27,08% à 91,66%.

Des travaux contradictoires ont été consultés notamment ceux de Bani, (2006) et (Khelifi et *al.*,1966).

Aussi, (Bani,2006) a obtenu un taux de pourcentage d'enracinement de 36,11% et 44,44% en utilisant l'auxine ANA à raison de 0,5 et 1mg / l respectivement dans un milieu dépourvu de charbon actif. Les mêmes concentrations d'AIB, les résultats sont de 22,22 % et 11,18%. En présence de charbon actif et les mêmes concentrations (ANA et AIB) a obtenu un pourcentage de 0,00% et 8,33%.

Khelifi et *al.*, (1966) soulignent que des effets contradictoires ont été observés et où le charbon actif exerce une action défavorable sur deux types de matériel végétal (graines et embryons) et des milieux de culture de compositions différentes (eau gélosée + charbon actif, solution KNOP gélosée, solution KNOP gélosée et charbon actif).

Les meilleurs résultats avec les milieux dépourvus du charbon actif et l'addition de ce dernier au milieu de culture, réduit le taux de germination des embryons et cause des déformations obtenus pour les vitro semis. Habituellement, le charbon actif réputé pour son effet positif dans l'adsorption des substances toxiques et l'obscurcissement du milieu s'est montré inhibiteur (Khelifi et *al.*,2003).

Un autre travail similaire était réalisé par (Kyriakidou et Pontikis,1980 ; Zuccherelli, 1979 ; Navatel, 1980) in (Ghorbel et *al.*, 1998) sur le GF.557 en culture in-vitro, qui ont montré que l'enracinement de ce dernier nécessite une phase d'induction d'une semaine à l'obscurité en présence d'ANA à 0,5mg / l sans l'ajout du charbon actif.

3.2. ESSAI DE LA COMBINAISON D'HORMONE / SUBSTRAT

3.2.1. Taux de débourrement des boutures du (GF.677)

Le trempage des boutures dans une solution hormonale d'AIB, repiquées dans des sachets contenant des différents milieux solides inertes (Perlite/Sable /Tourbe /Terre) et installées dans une serre en plastique (non contrôlée) a montré un début de débourrement différent d'un substrat à un autre (Figure 27).



a-Hormone / Perlite



b- Hormone / Sable



c- Hormone / Tourbe



d- Hormone / Terre

Figure 27 Début débourrement du (GF.677)(Originale)

Troisième partie : Résultats et discussion

En effet, les résultats relatifs à l'effet substrat sur le taux de débourrement des boutures du PG (GF.677) sont présentés dans le tableau 13.

Le facteur substrat / hormone exerce une action marquée sur le paramètre mesuré et ce comparativement aux témoins.

Nous constatons que les boutures repiquées dans la perlite représentent le taux le plus élevé avec 95% suivi du sable avec 70% et la tourbe enregistrant environ 67%. La terre utilisée n'a eu aucun effet sur le débourrement.

Tableau 13 Taux de débourrement des boutures de (GF677) (Hormone / substrat en %)

Substrats Traitements	Terre	Tourbe	Sable	Perlite
Avec AIB	50	66,66	70	95
Sans AIB	0	30	26,66	26,66

Les traitements avec l'hormone (AIB) donnent les meilleurs résultats comparés à ceux repiqués sans trempage dans l'AIB dans la solution hormonale.

En effet, nous avons remarqué que les boutures traitées repiquées dans la perlite ont développé un cal volumineux et un début de bourgeonnement de racicelles qui a été stoppé comme le montre la figure 28.

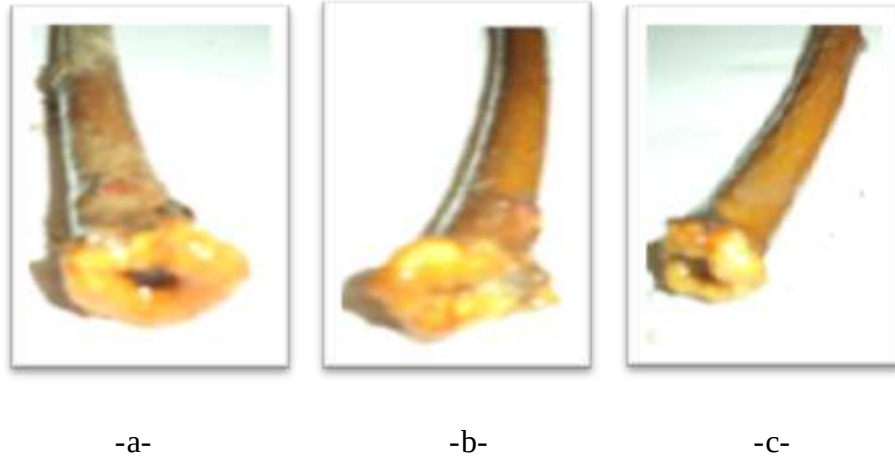


Figure 28 Formation de cal après repiquage des boutures traitées

Cal obtenu sur les Substrats :

- a - Perlite
- b - Sable
- c - Tourbe

En absence d'hormone, les boutures issues du sol ne présentent aucun débourrement.

Les boutures issues de la tourbe dépourvue d'hormone, présentent un taux de débourrement de 30% en raison de sa richesse en azote et résidus minéraux ligneux. La tourbe constitue un milieu naturel non renouvelable. Elle présente des propriétés physico-chimiques qui améliorent la capacité de rétention en eau, et l'aération du milieu, paramètres jugés indispensables pour la survie des boutures.

Enfin, pour ce qui est du sable et de la perlite, les taux de débourrement sont similaires et avoisinent les 27% en absence de l'AIB. La perlite demeure un substrat léger et poreux où le débourrement est facilité par sa légèreté et sa teneur en eau.

Le sable constitue un support de la plante, permet l'aération des racines et présente l'avantage de ne pas fixer les ions (inerte).

Les boutures ayant débourrées n'ont pas continué leurs développements. A la fin du cycle végétatif, les boutures déterrées ne présentaient que des cals et pas d'émission de radicelles. Nous pouvons déduire que le gonflement des bourgeons (débourrement) a été favorisé par les réserves contenus dans la bouture ligneuse et sa vigueur.

DISCUSSION

Durant la période de débourrement la bouture utilise les réserves accumulées lors de son cycle végétatif pour former un cal qui se différencie en racines chez la majorité des espèces.

Le GF677 est porte-greffe difficile à enraciner. Selon Sbay et Lamhamedi, (2015) cette situation peut s'expliquer par plusieurs facteurs clefs notamment :

- 1- Origine et la génétique de l'espèce.
- 2- Age du matériel à bouturer : La capacité d'enracinement est rapidement perdue avec l'âge croissant du plant. Les boutures prélevées sur des arbres jeunes s'enracinent plus facilement que celles prélevées sur des arbres âgés.
- 3- Niveau de prélèvement des boutures : La position et la hauteur du rameau à bouturer joue un rôle important. Plus le rameau est proche du système racinaire plus la rhizogénèse est facile.
- 4- Stade et période de bouturage : Beaucoup d'espèces se bouturent difficilement pendant la saison hivernale. L'époque la plus favorable pour réussir le débourrement est celle juste avant le débourrement.
- 5- Traitements appliqués aux boutures : L'hormone rhizogénèse est indispensable pour stimuler la rhizogénèse. A l'inverse, l'utilisation d'une forte dose d'hormones donnera l'effet inverse de celui recherché.
- 6- Composition et propriétés physico-chimiques des substrats : La connaissance physico-chimique notamment la capacité de rétention en eau et la disponibilité en oxygène des composantes (terreau, sable, tourbe, perlite), principalement pendant la phase d'enracinement.

En effet, l'origine de l'espèce (GF.677) est un hybride issu d'un croisement entre (amandier x pêcher), il présente d'énormes difficultés à s'enraciner.

La haie de prélèvement du bois (GF.677) est plantée durant la campagne 1999/2000 (plus de 20 ans). Elle subit des tailles sévères chaque hiver, ce qui le rend plus vulnérable et les arbres deviennent épuisantes donc ont une durée de vie plus courte, et de ce fait, le bois prélevé se bouture difficilement.

Il est recommandé pour ce type de bois de le multiplier par culture n-vitro qui donne un taux de reprise plus élevé.

Il est également conseillé de créer plusieurs haies de cette espèce pour minimiser les prélèvements de bois pour permettre aux arbres de se restituer et de se renouveler avec une meilleure vigueur.

Il est important de noter que les conditions expérimentales ainsi que les moyens mis en œuvre pour la réalisation de cette seconde expérimentation n'ont pas été réunis pour étudier davantage les paramètres pris en compte lors de la première expérimentation à savoir la hauteur finale des plants, le taux d'enracinement des boutures, le nombre de racines par plants. Les mauvaises conditions de conduite dans notre expérimentation des boutures ont entraîné la mort de la totalité des boutures et ce après un mois de leurs débourrements. Ce type d'expérience nécessite une serre de nébulisation où les facteurs abiotiques sont contrôlés.

3.3. ESSAI DE LA COMBINAISON HORMONE / BACTERIE (A4)

3.3.1. Taux de débourrement des boutures

Les éléments relatifs au taux de débourrement des boutures du (GF.677) en fonction des traitements testés sont présentés dans le tableau 14.

En effet, le comptage des boutures débourrées a été effectué chaque semaine au niveau de chaque bouture et pour chaque traitement figure 16.

**Tableau 13: Taux de débourrement des boutures
(Hormone/Bactérie)**

Paramètre Traitements	T ₀	T ₁	T ₂
Taux de débourrement	2,50	59,17	87,50
	± 1,76	± 4,92	± 5,24
	c	b	a

Nous pouvons constater que le facteur traitement exerce une action significative sur ce paramètre mesuré (Tableau 14).

Le début de débourrement dans cette expérimentation a été enregistré par la solution (T₂) renfermant l'hormone (AIB) additionnée de la bactérie (A4), suivi par le traitement (T₁) contenant uniquement l'hormone (AIB). Les boutures issues du témoin n'ayant aucun traitement ont enregistré un retard de dix jours pendant la phase de débourrement par rapport aux deux autres traitements (T₁ et T₂).



Figure 29 Début de débourrement des boutures (Hormone /Bactérie) (Originale)

Il y a lieu de préciser que le pourcentage de débourrement le plus élevé est significativement remarquable au niveau de traitement (T₂) avec 87,5% suivi par traitement (T₁) avec un taux de 59,17%. A l'inverse, on constate que les boutures de la solution (T₀) repiquées sans traitements ont enregistré un taux de débourrement très faible de 2,5%. De ces résultats, on peut déduire que l'addition de la bactérie à la solution (T₂) peut stimuler la rhizogénèse du (GF.677), si toutes les conditions étaient réunies.

Cette étude a été interrompue les boutures qui n'ont pas évolué après débourrement malgré la formation de cal à la base de la bouture après stratification (Figure 29).

DISCUSSION

L'Agrobacterium rhizogenes est une bactérie gram-négatif naturelle du sol, aérobie et mobile par des flagelles (Perry et al., 2004). Elle induit une abondante prolifération des racines (chevelu racinaire) chez les plantes infectées (Davet, 1996). La bactérie est capable de transférer naturellement l'ADN vers une cellule végétale dans le but de détourner à son

profit l'activité métabolique cellulaire et indirectement, elle stimule la formation rhizogénèse (Wlodarczyk,2010).

Les travaux de (Haddad,2009), ont été réalisés dans la serre à nébulisation et a utilisé la souche bactérienne (A4) associé avec l'acétosyringone 10 μ M et différents temps de trempage (10, 20 et 30 secondes), sur un matériel végétal diversifié (5 variétés d'olivier).

Il souligne que les traitements testés en comparaison avec le témoin, ont permis une initiation de cals à la base des boutures et donnent un pourcentage de callogénèse moyen de 21,51%. La souche A4 permet d'obtenir les pourcentages d'enracinement les plus élevés 11,91 à 61,91 % chez cinq variétés étudiées, malgré la formation de cals chez le témoin, les boutures de ce dernier ne présentent aucun enracinement.

Il y a lieu de rappeler que la réalisation de cette troisième expérimentation n'a pas été réunis pour étudier davantage les paramètres pris en compte lors de la première expérimentation, à cause de la mortalité des plants après une semaine de leur débourrement.

Nous pouvons déduire que si les conditions étaient réunies (températures et humidité), la bactérie aurait probablement agi en stimulant le bourgeon basal qui pouvait se différencier en radicules .

**CONCLUSION GENERALE
ET
PERSPECTIVES**

Au terme de cette étude, l'hybride (GF.677) souvent remarquable par sa grande vigueur, sa longévité, sa résistance dans différents types de sols et est très demandée par les arboriculteurs. Malgré toutes ces performances, le (GF.677) présente des difficultés d'induction à la rhizogénèse lorsqu'il est multiplié par voie asexuée traditionnelle.

Afin de lever cette inhibition, trois (3) essais ont été testés pour favoriser et stimuler la rhizogénèse :

- 1- Utilisation d'une solution hormonale seule à base d'AIB ou associée avec du charbon actif avec repiquage des boutures directement dans le sol en plein champs.
- 2- Trempage dans la solution hormonale (AIB) et repiquage des boutures dans différents substrats (Perlite / Sable / Tourbe / Terre) dans une serre traditionnelle.
- 3- Trempage des boutures dans une solution hormonale d'AIB avec incorporation d'une bactérie : *Agrobacterium rhizogene* (A4) et mise en plein champs.

A travers les résultats obtenus, nous avons pu affirmer que l'hormone AIB additionnée au charbon actif à raison de 2g/l, exerce une action remarquable sur le taux de plants enracinés de 33% avec un nombre de racines par plant dense de plus de 50% et ce comparativement à la solution hormonale dépourvue du charbon actif. L'étude nous a permis de déduire que l'apport d'une hormone exogène telle que l'AIB est plus efficace si elle est associée au charbon actif.

Cette combinaison (Hormone / charbon actif) est indispensable pour stimuler la rhizogénèse d'une part et améliorer la croissance végétative de l'hybride porte-greffe (GF.677).

Egalement, l'utilisation de l'hormone (AIB) et les différents substrats ont donné un résultat élevé allant de 95% et 70% de débourrement au niveau de deux (02) substrats (perlite et sable) respectivement suivi de la tourbe avec 66,66% et la terre de la ferme expérimentale testée a donné un taux moyen de débourrement de 50%.

En absence de l'hormone, le débourrement au niveau de la terre est nul (0%) comparé à la tourbe avec 30% et pour la perlite et le sable nous avons enregistré un taux similaire de 26,66 %.

La combinaison de la bactérie associée avec l'hormone AIB n'a pas donné les résultats escomptés vu que les boutures se sont vidées de leur contenu et desséchées une quinzaine de jour après le débourrement. Le but attendu de ce test était l'induction de la formation des racelles avec une abondance du chevelu racinaire (hair root) par la transformation génétique en symbiose avec la souche bactérienne (A4) *Agrobacterium rhizogene*.

A travers les principaux résultats obtenus, il y a lieu de noter que la solution à base d'AIB associée au charbon actif présente les meilleures performances sur l'ensemble des paramètres biométriques mesurés et ce comparativement au traitement hormonal seul.

Les résultats auxquels nous nous sommes parvenus, demeurent partiels et nécessite d'autres expérimentations afin de contribuer efficacement à l'enrichissement des travaux visant à améliorer l'enracinement difficile de ce porte-greffe hybride (GF677) vulnérable à la technique de multiplication par bouturage en pépinière, et de contribuer d'améliorer les essais pour parvenir à des taux de reprise plus élevés.

On peut conclure que le PG (GF677) comme la plupart des ligneux est un matériel végétal récalcitrant.

L'induction des racelles ainsi que leurs croissances ultérieures nécessitent des conditions de culture bien spécifique. En effet, il est nécessaire de se doter d'une serre de nébulisation avec contrôle de tous les facteurs abiotiques.

Le choix du PG joue un rôle déterminant dans la réussite d'une culture, il agit sur l'entrée en production, le niveau de rendement, les caractéristiques de croissance et la qualité des fruits d'une variété, mais également l'état sanitaire de l'arbre.

La gamme des PG de pêcher est très diversifiée et chaque variété répond à ses propres caractéristiques phénotypiques et génotypiques.

La rapide percée de ces hybrides sur le marché des plants porte-greffes fruitiers tient à plusieurs facteurs :

- Leur emploi comme porte-greffe pour diverses espèces à noyaux, telles l'amandier et le pêcher et l'abricotier.
- La vigueur exceptionnelle des plants, due à leur nature hybride de première génération.

La recherche d'un porte-greffe résistant à la sécheresse demeure une solution dans les conditions actuelles de changements climatiques à cause de manque de précipitations et le manque d'eau. Les racines des arbres (porte-greffes) permettent la fixation du sol contre l'érosion.

Néanmoins, l'inconvénient majeur de ce porte-greffe réside dans sa multiplication végétative par boutures ligneuses, avec beaucoup de difficultés d'enracinement. Depuis une trentaine d'années, de nombreux travaux ont été effectués sur les hybrides (amandier X pêcher) naturels et cultivés, notamment en France, à la Station de recherches d'Arboriculture fruitière de l'I.N.R. A à Bordeaux.

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

- MADR, 1975.** Le pêcher ITAFV 11P.
- MARD, 2007.** Statistiques agricoles. Ministère de l'agriculture et du développement rural (MADR). Alger.
- MADR, 2013.** Ministère de l'agriculture et de développement rural.
- Anonyme, 2016.** Gestion des pépinières et techniques de propagation des arbres.
- AFNOR, 1974.** (Association Française de Normalisation), Qualifies des sols. Environnement recueilles des normes françaises. Ed Paris, 150p.
- Abrie A.L., et Staden J.V., 2001.** Micropropagation of the endangered Aloe polyphylla. Plant Growth Regulation 33: pp. 19–23.
- Ashraf C.M., Iqbal S., et. Ahmed D., 2011.** Nutritional and physicochemical studies on fruit pulp, seed and shell of indigenous *Prunus persica*. Journal of Medicinal Plants Research, 5(16), 3917–3921.
- Auber A., et Vulin G., 1997.** Pépinières et plantation d'agrumes. CIRAD, IBSN.194p.
- Augé R., Beauchesne G., Boccon J., Gibod L., Decourtye B., Digat R., Jalouzot R., Minier JP., Reynoird D., Strullu G., Vidalie., 1989.** La culture et ses applications horticoles. Ed. Technique et documentation Lavoisier, Paris, 225 p.
- Baní M., 2006.** Micro-propagation de deux porte-greffes de rosacées à noyaux (GF677) et à pépins (M9). Thèse de magister : Université Saad Dahleb de Blida (Algérie). 79p.
- Barbeau G., El Baduami., 2010.** Les Hybrides Amandier X Pêcher naturels du Sud Marocain. I.N.R.A.M. Marrakech. Maroc. Edition www.nemausensis.com, octobre 2010 - pp 1-3.
- Bellefontaine R., Quentin Meunier, Ichaou Aboubacar et Hervé Le Boulér., 2015 :** Multiplication végétative à faible coût au profit des paysans et éleveurs des zones tropicales et méditerranéennes.
- Benettayeb Z., 1993 :** Biologie et écologie des arbres fruitiers. Ed. OPU.Alger,140p.
- Benettayeb Z., 2003 :** Performance de greffage des arbres fruitiers. Ed. Office des publications universitaires. 64p.
- Benoit P., Denis., 2005.** Multiplication de toutes les plantes du jardin. 304p.
- Bigot G., 1980.** Multiplication *in-vitro* par néoformation de bourgeons et d'embryons somatiques in multiplication végétative des plants supérieures. Gautier-Villars, 32p.

- Bouattoura N., 1988.** Les ressources phytogénétiques. Importance- Préservation- Utilisation. Ann. Inst. Nat. Agro. El-Harrach, vol. 12 (1), T. 1, pp. 43-69
- Boudabous M., Mongia M., Marzougui N., & Ferchichi A., 2010.** Micropropagation of apple (*Malus domestica* L. Cultivar Douce de Djerba) through in vitro culture of axillary buds. Act bot. Gallica 157 (3): 513-524.
- Boulay H., 1966.** Que sais-je ? Arboriculture et production fruitière. Mit. Presses Universitaires de France. Paris, 127p.
- Bouzar H., 1983.** Asevey of Agrobacterium strains associated with Georgia pecan trees and an immunological study of bacterium. These Master of Science. Oregan state university. 75 p.
- Boxus P., 1995.** La multiplication in-vitro une biotechnologie intéressante pour le développement. Ses perspective industrielles annales de Gembloux (95) pp 163-181.
- Bretauudeau J., 1975.** Atlas d'arboriculture fruitière. Vol I. Edit. Lavoisier. Paris. 235p
- Brochard D., et Jean-Yves Prat., 2011.** Le traité Rustica des arbres fruitiers. Ed Rustica pp.310-331.
- Brochard D., et Jean-Yves ; Prat., 2014.** Le traite Rustica des arbres fruitiers. Ed Rustica 453p.
- Brondani GE., Wendling I., Brondani AE., Araujo MA., Silva ALL., Gonçalves AN 2012.** Dynamics of adventitious rooting in mini-cuttings of *Eucalyptus benthamii* x *Eucalyptus dunni*. Acta Sci Agron. 34 :169-178.
- Campbell N. A., Reec J.B., 2004.** Biologie. Edit de Renouveau Pédagogique Inc. 834p.
- Campredon M., 1985.** Aspects agronomiques de la pépinière forestière en région LANGUEDOC- ROUSSIT.LON. Analyse et proposition. ENTTAH (ANGERS), 61 p.
- Charles C., Guirbal., 1979.** L'arboriculture fruitière Tome II : L'arboriculture spéciale Ed. J.B Baillere, pp. 42-45, 62-64.
- Chouaki-Bessedik F., Chebouti A., Oumata S., 2006(a).** Rapport national sur l'état de ressources phytogénétiques INRAA Algérie : 67p.
- Chouaki S., Bessedik F., Chebouti A., Maamri F., Oumata S., Kheldoun S., Hamana M-F., Douzene M., Bellah F., Kheldoun A., 2006 (b).** Rapport national sur l'état de ressources phytogénétiques INRAA : 92 pp

- Collin E., 2001.** Intérêt de la multiplication végétative pour la conservation des ressources génétiques des ormes. Ingénieries N° 25 – pp (57- 65).
- Coutanceau M., 1962.** Arboriculture fruitière. Technique et économie des cultures de rosacées fruitières ligneuses (nouvelle encyclopédie agricole). Ed. J.B. Baillière et Fils. Paris. pp 66.
- Cristofori V., Rouphael Y., Rugini E., 2010.** Collection time, cutting age, IBA and putrescine effects on root formation in *Corylus avellana* L. cuttings. Sci Hortic. 124 :189-194.
- Davet P., 1966.** Vie microbienne du sol et production végétale. Ed. INRA. Paris 383p.
- Del Febro A., 1998.** Manuel pratique de la taille et des greffes. 141 p.
- Druart PH., 1992:** *In-vitro* culture and micropropagation of plum (*Prunus spp*) «Biotechnology in Agriculture and forestry» V (18) High -Tech and micropropagation II Ed Y.P.S Bajaj. Springer - Verlag Berlin Heidelberg : pp. 279-301.
- Edin M., 1982.** Contribution à l'étude des relations porte-greffe chez le pêcher. Rev. Fruits. 37(3), pp 181-188.
- EL Debbagh N., 2016.** Analyse de la diversité de processus de développement racinaire chez les Prunus. Aptitude au bouturage et Réponses à la contrainte hydrique. Thèse de doctorat. Ed 536 Agro sciences et Sciences Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse. 130p.
- El Hamdouni E., Lamarti M., Badoc A., 2000.** Micropropagation des cultivars 'chandler' et 'tudla' de fraisier (*fragaria x ananassa* duch.) (*) i – culture d'apex. Bull. Soc. Pharm. Bordeaux, 2000, 139, pp 71-90.
- Felipe A. J., Gómez Aparisi J., Vargas F.J., Romero M.A., Monastera F., Caboni E., Simeone A.M., et Isaakidis A., 1997.** Obtention et sélection de porte-greffe pour l'amandier multipliés par voie végétative. Options Méditerranéennes : Série B. Etudes et Recherches ; n° 16. PP 73-92.
- Fertial., 2017.** Manuel d'utilisation d'engrais 128p.
- Fleet C. M., & Sun T. P., 2005.** A DELL Acate balance: the role of gibberellin in plant morphogenesis. Curr. Opin Plant Biol. 8, pp77-85.
- Frett J., 1977.** Influence of nutrient salts, auxins and cytokinines on the *in-vitro* growth of *salvia greggie*. Plant cell tissue and organ culture 9: pp 89 -102.

- Gaspar T., Kevers C., Penel C., Greppin H., Reid D. M., & Thorpe T. A., 1996.** Plant hormones and plant growth regulators in plant tissue culture. In *Vitro Cellular & Developmental Biology-Plant*, 32(4), 272-289.
- Gautier M., 1972.** Les porte-greffes des arbres fruitiers à noyau. *Arboricultures fruitières*, 223. Pp 18-26.
- Gautier M., 1975.** Le pêcher et sa culture. *Arboriculture fruitière* pp. 17-27.
- Gautier M., 2009.** Pommier, pêcher, prunier, cerisier. Quel porte-greffe choisir
- Ghezali H., 2011.** Essai de multiplication herbacée et semi-ligneux de quelques variétés autochtones et introduites d'oliviers. Thèse de magister : Université Saad Dahleb de Blida (Algérie) 181p.
- Granell A., Carbonall J., 1996.** Les hormones végétales. *Rev pour la science* n°288 pp 42-50.
- GIRI A., NARASU M.L., 2000.** Transgenic hairy roots: recent trends and applications. *Biotechnology advances*. N°18 : 1-22.
- Ghorbel A., Chatibi A., Kchouk M.L., Zemni H., 1998.** Maîtrise des aléas de la production in vitro et à grande échelle du pêcher x amandier GF-557. Zaragoza : CIHEAM Cahiers Options Méditerranéennes ; n° 33 1998 pages 139-150.
- Guy Modeste Gnahoua., Dominique Louppe., 2003.** Produire des plants en pépinière. Fiche technique. CNRA. pp.1-4.
- Haddad B.A., 2009.** Amélioration par transformation génétique de l'enracinement de 6 variétés récalcitrantes au bouturage. Thèse de magister, E.N.S.A. El Harrach. Alger.179p.
- Hadoun H., 2010.** Préparation et caractérisation d'un charbon actif à partir de tiges de dattes : Application au traitement d'un effluent contaminé par le cadmium. Thèse de Doctorat USTHB Algérie. 120p.
- Hannah J., 2006.** « *Bonne pratique de culture en pépinière forestière* », World Agroforestry Centre (ICRAF), Ed. Majestic Printing Works, Nairobi. 90 p.
- Hartmann HT, Kester DE, Davies F, Geneve R. 1997.** Plant propagation: principles and practices. Prentice Hall, New Jersey, United States.
- Haseli Andi et Franco Weibel, Hans Brunner, Pascal Konig, Pascal Benninger., 2016 :** Arboriculture fruitière biologique haute-tige. Réussir à combiner la productin et la biodiversité. Ed Suisse. 140p.

- Hobbie L.J., 1998.** Auxin molecular genetic approaches in *Arabidopsis*. Plant Physiology and Biochemistry 36 (1-) : pp 91 -102.
- Houar F.Z., Daroui E., Boulghalagh J., Boukroute A., Kouddane N., et Berrichi A., 2014.** Effet des différents types d'auxines sur l'enracinement des boutures du jojoba (*Simmondsia chinensis* L.). Revue « Nature & Technologie ». B- Sciences Agronomiques et Biologiques. N°11 pp 46-51.
- I.T.A.F.V., 1989.** Guide variétal de pêcher. 40p.
- I.T.A.F.V., 2000.** Création et conduite d'un verger de pêcher. 107p.
- INRAA., 2006.** Deuxième rapport national sur l'état de ressources phytogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture en Algérie, Alger. 68p.
- Iordănescu O. A., Alexa E., Radulov I., Costea A., & Dobrei A., 2015.** Minerals and Amino Acids in Peach (*Prunus persica* L.) Cultivars and Hybrids Belonging to World Germoplasm Collection in the Conditions of West Romania. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, 6, pp.145–150.
- Jean ; P. ; 2006 :** La multiplication des arbres remarquables. Jardin botanique de Montréal. 16p
- Jean-Yves. Prat., 2011.** Tailler tous les arbres fruitiers Ed Rustica pp.170-197.
- Jaenicke H, Beniest J., 2003.** Multiplication des ligneux, Ed. KUL GRAPHICS Ltd, Nairobi. 85p
- Karabaghli C., Sotta B., Gay G., 1997.** Hormones fongiques, ectomycorhizes et rhizogénèse. Rev. For. Fr. XLIX. Pp 99-109.
- Kathryn Carter., 2013.** Porte-greffes de pêchers. Bulletin Fruits tendres et raisins.
- Kerboua M., 2002.** L'agrumiculture en Algérie. In: D'Onghia A.M., Djelouah K. & Roistacer C.N. (Eds.) – Proceedings of the Mediterranean research network on certification of citrus (MNCC). CIHEAM-IAMB, Options méditerranéennes : Série B. Etudes et Recherches n°43. Bari, pp. 21-26.
- Keskin B. C., Saikaya A. T., Yuksel B., Memoh A. R., 2010.** Absciscic acid regulated gene expression in bread wheat. Aust. J. Crop Sci. 4, pp 617-625.
- Khelifi L., Morsli A., et Khelifi-Slaoui M., 1996.** Premiers résultats sur l'obtention in vitro de germinations d'arganier (< *Argania sphosa* (L.) Skeel w. Annales Agronomiques de l' I.N.A., Vol, 17, N°1 et 2.

- Khelifi L., Khelifi-Slaoui M., Morsli A., Laradi S., Mansouri M., et Nadjahi A., 2003.** Bouturage ligneux du peuplier de l'Euphrate (*Populus euphratica* OLIV). Annales de l'Institut National Agronomique - El-Harrach - Vol.24, N°1 et 2, pp 91-105.
- Khelil A., 2009.** Nutrition et fertilisation arbres fruitiers et vigne. Ed OPU 95p.
- Klerk G-JD., Keppel M., Brugge J.T., Meekes H., 1995.** Timing of the phases in adventitious root formation in apple microcuttings. J Exp Bot. 46:965-972.
- Kouassi Jacob N'dri., Kouame * N'guessan., Koffi Marie Hélène Ahébé., N'guessan Alain N'guessan., et Yatty Justin Kouadio., 2017.** Influence du charbon de bois activé et de la densité de semis sur l'évolution de quelques paramètres de croissance et de développement d'une variété locale du gombo (*Abelmoschus caillei*) Int. J. Biol. Chem. Sci. 11(4) pp1829-1839
- Laallam H., Boughediri L., et Bissati. S., 2011.** Inventaire des plantes mellifères du sud-ouest algérien. *Revue Synthèse*, 23, 81–89.
- Laghezali M., Hadiddou A., Amahrach M., 1998 :** Sélection de porte-greffes hybrides naturels Pêcher x Amandier dans les populations du pêcher de Missour. X GREMPA Seminar. Zaragoza : CIHEAM, p. 177-179 (Cahiers Options Méditerranéennes ; n° 33).
- Larrieu Jean-François., 2019.** Fertilisation raisonnée en arboriculture fruitière. Chambre d'Agriculture de Tarn et Garonne - Guide fertilisation raisonnée vergers 44p.
- LE page R., et Retourner D., 2000.** « L'ABC de bouture, geste par geste ». Ed. Rustica éditions, Paris. pp 9-15.
- Leterne Lespinasse Jean-Marie., 2008.** Les fruits retrouvés, patrimoine de demain : Histoire et diversité des espèces anciennes du Sud-Ouest. Ed : du Rouergue. 10-13 p.
- Lichou ; J, et. Toulemonde ; D. ; 1981 :** Deuxième partie : Comment pratiquer la taille. Fruits - vol. 36, n°1, pp 40-42.
- Maarouf A., 2000.** Dictionnaire de botanique .54p.
- MADRPM., 2006.** Le pêcher une culture de diversification. Transfert de technologie (PNTTA). Bulletin mensuel N°138.
- Mahhou A., 2008.** La fertilisation des rosacées fruitières. Bull- N°165, Institut d'agronomie-vétérinaire Hassan II Rebat : pp-2-4.
- Mamouni A., 2006.** Le pêcher une culture de diversification. Bull- N°138, Institut d'agronomie-vétérinaire Hassan II Rebat : pp-2-4.

- Margara J., 1989.** Bases de multiplication végétatives les méristèmes et L'organogénèse. Ed. INRA Paris 262p.
- Mazinga K.M., Mario Godoy Jara, Van Koninckxloo Michel, Nyembo Kimuni Luciens, Kasongo Lenge Mukonzo Emery, Ntumba Katombe Beckerf & Baboy Longanza Louis., 2014.** Effets du charbon actif dans le milieu de culture sur induction de la rhizogénèse chez l'hybride FHIA-01 de bananier en culture in-vitro. Journal of Applied Biosciences 76(1) : 6352-6360.
- Mazoyer M., Aubineau M., Bermond A., Bougler J., Ney B. et ESTRADE J.R., 2002.** Larousse agricole. 767p.
- Meier U., Bleiholder H., Buhr L., Feller C., Hack H., Heß M., Lancashire P. D., Merioua S. M., 2018.** Manuel pratique des pépinières du Nord Algérie. I.S.T. Centre universitaire El Wancharissi – Tissemsilt. 101p.
- Miladera J., Christian Razafinandrasantsoa., Félicie Martine., Ranarijaona Hery Lisy Tiana., Rabesa Zafera Antoine., 2020.** Analyse texturale des fruits vendus sur le marché d'antsohihy, région Sofia, Madagascar (textural) analysis of the fruits sold on the antsohihy market - Sofia region – Madagascar). Rev des Sciences, de Technologies et de l'Environnement. Vol (2). pp130-141.
- Monet R., 1983.** Le pêcher génétique et physiologie, station d'arboriculture fruitière.
- Nicolas J. P., et Roche-Hamon Y., 1987.** La pépinière Technique et documentation. Edit. Lavoisier. Paris. 208p.
- Nicolas J. P., 1998.** La pépinière, LONDRES, Paris, 243p, ISBN : 2-7430-0065-1.
- Negueroles J., 1985.** Propagation asexuée, bouturage semi-ligneux en nébulisation. Les bases physiologiques de l'enracinement. Ed. Codoue. Espagne : 41-49.
- Oukbali A., 2006.** Les porte-greffes des arbres fruitiers adaptés aux conditions marocaines. Bull- N°143, Institut d'agronomie-vétérinaire Hassan II Rebat : pp-2-4.
- Pan M. J., et van Staden J., 1998.** The use of charcoal in in vitro culture – A review, Plant Growth Regulation. 26: 155–163.
- Perry J., Staly J., Lorus J.T., 2004.** Microbiologie. Ed. Dunod. 891p.
- Peyeru P., Baech J.C, Cariou F., Grandperrin D., Perrier C., 2007.** Biologie tout en une 2^{ième} année BCPSI. Edt. Dunod. Paris. 110p

- Pop T.I., Pamfil D., Bellini C., 2011.** Auxin control in the formation of adventitious roots. Not Bot Horti Agrobot Cluj-Na. 39 :307-316.
- Priel B., Retournard D., 2005.** « Multipliez toutes les plantes de jardin, espèce par espèce, geste par geste », Ed. Rustica éditions, Paris.
- Renaud et Salesses., 1990.** Prunier / pêcher : deux nouveaux porte-greffes. Fruits et légumes, n° 73 CTIFL. Pp 25-31.
- Renaud M., 1959.** La taille des arbres fruitiers à noyau, pp 39.
- Robert D., Dumas C., Bayou C., 1998.** La reproduction. Edit. Doun initiatives santé 373p.
- Sbay H., Lamhamedi M. S., 2015.** Guide pratique de multiplication végétative des espèces forestières et agroforestières : Techniques de valorisation et de conservation des espèces à usages multiples face aux changements climatiques en Afrique du Nord. Centre de recherche forestière, 124p.
- Schmid A., 1978.** Les hormones végétales. Bull. Soc. Frib. Se. Nat. 67(1), pp 24-27.
- Schnock U., Stauß R., van den Boom T., Weber E., Zwerger P., 2009.** The BBCH system to coding the phenological growth stages of plants-history and publications. *Journal Für Kulturpflanzen*, 61(2), pp 41–52.
- Street H.E., 1977.** Culture in-vitro cytology organogenesis plant – tissue and cell culture 2 Ed Oxford, London, 614 p.
- TAO J., LI L., 2006.** Genetic transformation of *Torenia fournieri* L. mediated by *Agrobacterium rhizogenes*. South African journal of botany. 72 : 211-216.
- Thomas D. T., 2008.** The role of activated charcoal in plant tissue culture. *Biotechnol. Advances*. 26(6): 618-631.
- Tourte Y., Bordonneau M., Henry M., 2005 :** Le monde des végétaux, organisation, physiologie et génétique. Edt Dunod. 384p.
- Vincent J.M., 1970.** Manual for the pratique study of the root nodule bacteria. Ed., IBP.164p.
- Wald E., 2009.** Le grenadier *Punica granatum* : Plante historique et évolution thérapeutique récentes. Université Henri Poincaré. Thèse doctorat. 158p.
- Wlodarczyk A., 2010 :** Recherche de signaux moléculaires des végétaux impliqués dans l'induction de gènes chez la bactérie phytopathogène *Erwinia chrysanthemi* (*Dickeya dadantii*). Inst. Nati des Sciences Appliquées de Lyon, 141p.

Yakoub-Bougdal S., Semadi A., Louerguioui A., Bonaly J., 2000. Rhizogénèse des microboutures de l'olivier (*Olea europea* L., var. Chemlal). Sciences & Technologie – N°14, pp. 129-133.

Zhao X., Zhang W., Yin X., Su M., Sun C., Li X., & Chen K., 2015. Phenolic composition and antioxidant properties of different peach [*Prunus persica* (L.) Batsch] cultivars in China. International Journal of Molecular Sciences, 16, pp.5762–5778.

Zryd J. P., 1988 : Cultures de cellules, tissus et organes végétaux. Fondement théorique. Ed Technique et documentation Lavoisier, 308p.

ANNEXES

Annexes 1 :

Tableau Principales maladies Maladies et traitements du pêcher (Mamouni,2006), (Anonyme,1975) et (Brochard et Prat 2014)

Nom de la maladie et l'agent pathogène	Symptômes typiques	Attaques observées	Mode de transmission	Période d'apparition	Méthode de lutte
A-Maladies fongiques -Cloque :<i>Taphrina deformans</i>	-Le parenchyme des feuilles devient boursoufflé et se colore en blanc jaunâtre, puis rougeâtre. En cas de très forte attaque, les fruits sont également déformés		-Vent et pluie	-Printemps	- Ramasser et brûler les feuilles infectées. - Traitement d'hiver contre la forme de conservation de la maladie à base d'un produit cuprique. -Effectuer 3 traitements pour couvrir la période : - Stade gonflement des et allongement des bourgeons. -Dès l'apparition de la pointe verte. -A la sortie des premières feuilles. Les produits : thirame, zirame et, doguadine, sont les seules matières actives efficaces contre la cloque. -Quand la température dépasse 26°C la maladie s'arrête et les traitements aussi.

Oïdium : <i>Podosphaera pannosa</i>.	– Taches jaunâtres à la face supérieure de la feuille, les fruits infectés présentent des tâches gris blanchâtre.		-Vent et pluie	-Printemps	- Ramasser et bruler les feuilles infectées.
Coryneum ou maladie criblé : <i>Coryneum beijerinckii</i>. <i>Stigmina carpophila</i>	- Sur feuilles : des petites taches roses, qui se dessèchent, se détachent du limbe et tombent. - Sur fruits des taches brunes plus ou moins allongées en formant de petits chancres d'où s'écoule de la gomme. -sur rameaux : des taches rougeâtres, puis d'un brun noir, avec un écoulement de gomme.		-Outils de travail -L'homme -Fruits et rameaux infectés	Printemps (ouverture des bourgeons jusqu'à la chute des pétales)	-Traiter préventivement en effectuant quatre traitements : - Le 1^{ier} en pré-débourrement -Le 2^{ième} avant la floraison -Le 3^{ième} à la chute des pétales -Le 4^{ième} 10 à 15 jours plus tard. -Les produits à base de cuivre, le thirame, le zirame, le captane sont homologués pour lutter contre cette maladie.

Moniliose : *<i>Monilia fructigena</i> qui ne touche que les fruits. <i>Monilia laxa</i> et <i>Monilia fructicola</i> qui peuvent toucher les fleurs et rameaux mais aussi les fruits.	- Les attaques se manifestent par un flétrissement et un dessèchement des boutons floraux, des rameaux et des jeunes fruits très caractéristiques au départ de la végétation. -Le développement secondaire du champignon dans le bois provoque le dessèchement d'un très grand nombre de rameaux et de branches fruitières avec sécrétion de gomme. -Les fruits se couvrent de taches grisâtres concentriques et se momifient en restant fixés sur les arbres.		-Outils de travail -L'homme -Fruits et rameaux infectés	Printemps - été	-Éliminer et Brûler les fruits et les branches infectés. -Tailler régulièrement les arbres fruitiers (air + lumière). -Un traitement d'hiver aux huiles jaunes ou à la bouillie bordelaise. -Un second traitement au pré-débourrement et juste avant la floraison. -Un troisième et quatrième traitement avec un produit approprié doivent suivre durant les printemps humide (à la chute des pétales et à 15jours plus tard). -les matières actives et produits : cyprodinil, difeconazole, triadimenol, iprodione, les produits à base de cuivre sont efficaces contre cette maladie. -Pour la moniliose des fruits, effectuer les traitements aux périodes suivantes : -30 jours avant la récolte -15 jours avant la récolte
--	---	--	--	------------------------	---

Nom de la maladie et l'agent pathogène	Symptômes typiques	Attaques observées	Mode de transmission	Période d'apparition	Méthode de lutte
B-Les maladies virales La Fausse Charka (ACLSV)	-Eclaircissement des nervures accompagnées parfois de déformation des feuilles. -Déformation des fruits avec taches brune. -Pas de taches sur les noyaux.	 	Pucerons -Greffage	Avril-mai	-Le contrôle sanitaire pour éviter les risques d'introduction de l'ACLSV. - Arrachage et incinération des plants atteints.

*La CHARKA (PPV)	-Eclaircissement des nervures accompagnées parfois de déformation des feuilles. -Déformation des fruits avec taches brune. -Décoloration de forme circulaire sur fruits et noyaux	 	-Pucerons -Greffage	Mai- juillet	-Le contrôle sanitaire pour éviter les risques d'introduction du PPV. -Traitement contre les insectes vecteurs. - Arrachage et incinération des plants atteints.
-------------------------	--	--	-----------------------------------	---------------------	---

Nom de la maladie et l'agent pathogène	Symptômes typiques	Attaques observées	Mode de transmission	Période d'apparition	Méthode de lutte
C-Maladies bactériennes Le Crown Gal	-La maladie se rencontre surtout dans les pépinières fruitières sur pommiers, poiriers, cerisiers et pêchers. -Les tumeurs se présentent le plus souvent sous la forme d'excroissances mamelonnées, bourgeonnantes, dont la grosseur varie de celle d'un pois à celle d'une tête de chou. -Ces excroissances sont d'abord blanches et tendres, mais elles se lignifient très vite et deviennent brunes et dures.	 	-Insectes du sol. -Les nématodes, l'eau, les outils de travail du sol.	Fin avril à fin octobre	Utiliser des plants sains et certifiés. -Détruire par le feu les plants et les racines porteuses d'excroissances. -Désinfecter les outils au moment du greffage et de l'habillage des plants

Nom de la maladie et l'agent pathogène	Symptômes typiques	Attaques observées	Période d'apparition	Méthode de lute
*Les ravageurs Capnode : <i>Capnodis tebebrionis</i>	- Galeries sinueuses, assez larges, dans les racines. ce qui entraîne progressivement la mort de l'arbre.	 	Printemps été - automne	- Maintenir une bonne vigueur des arbres -Le capnodage -Lutte chimique : -Le 1^{ier} est effectuer dès la sortie des premiers adultes (moi d'avril), il consiste à préparer une cuvette de 75 cm autour du tronc des arbres infestés et épandre un insecticide en poudre, enfuir ensuite le produit par un binage suivi d'un arrosage (15 à 20 L/arbre) pour permettre une meilleure pénétration de l'insecticide dans le sol. - Le 2^{ème} traitement consiste en une pulvérisation copieuse du collet et du tronc jusqu'à 50 cm au-dessus du sol avec un insecticide approprié six semaines (mi -mai/juin) après la première application.

-Le puceron vert du pêcher : <i>Aphis persicae</i>	- Injection de salive toxique. -Déformations et enroulement des feuilles et des jeunes pousses. -Déformations des fruits. -Sécrétion de miellat favorisant la fumagine.		Printemps -été-automne	Traitement chimique avec un insecticide dès l'observation des premières colonies lorsqu'elles s'installent sur les jeunes pousses ou les gourments.
La tordeuse : <i>Cydia molesta</i>	-Dessèchement des extrémités des pousses qui se replie en crosse avec une exsudation de gomme. -sur fruits : une exsudation gommeuse couvrant des excréments. Les symptômes sur fruits sont souvent confondus avec des attaques de carpocapse la différence réside dans le diamètre de la galerie qui est nettement plus petit chez la tordeuse		Printemps – été	La lutte est basée sur un piégeage des mâles et l'évaluation des dégâts. -La 1^{ère} génération : fin avril, en règle générale, si le nombre de captures dans les pièges est supérieur à 10 par semaine, il y a lieu d'intervenir. -La 2^{ème} , 3^{ème} et 4^{ème} génération : de juin à la cueillette il est préférable d'utiliser des insecticides ovo - larvicide

Annexe 2 :

Données climatiques de la région de Blida.

Les pluviométries de la campagne 2012-2021.

Mois	Jan	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Sept	OCT	Nov	Déc
Année												
2012	26 mm	213 mm	136 mm	126 mm	39 mm	13 mm	11 mm	14 mm	12 mm	85 mm	113 mm	17 mm
2013	107 mm	128 mm	107 mm	121 mm	167 mm	17 mm	15 mm	16 mm	43 mm	33 mm	92 mm	66 mm
2014	51 mm	40 mm	129 mm	19 mm	32 mm	83 mm	8 mm	11 mm	37 mm	29 mm	32 mm	55 mm
2015	71 mm	173 mm	102 mm	12 mm	22 mm	5 mm	1 mm	26 mm	41 mm	110 mm	42 mm	7 mm
2016	70 mm	59 mm	211 mm	96 mm	48 mm	19 mm	9 mm	2 mm	20 mm	30 mm	54 mm	139 mm
2017	199 mm	24 mm	54 mm	12 mm	26 mm	40 mm	1 mm	11 mm	17 mm	42 mm	92 mm	107 mm
2018	40 mm	95 mm	134 mm	207 mm	92 mm	73 mm	3 mm	1 mm	22 mm	71 mm	95 mm	197 mm
2019	129 mm	28 mm	65 mm	99 mm	35 mm	19 mm	9 mm	10 mm	83 mm	28 mm	186 mm	26 mm
2020	39 mm	1 mm	120 mm	153 mm	24 mm	7 mm	1 mm	3 mm	71 mm	29 mm	82 mm	165 mm
2021	56 mm	16 mm	144 mm	84 mm	74 mm	21 mm	1 mm	5 mm	5 mm	4 mm	137 mm	16 mm
Somme	788 mm	777 mm	1200mm	929 mm	559 mm	297 mm	59 mm	99 mm	351 mm	461 mm	925 mm	795 mm
Moyenne mensuelle	79 mm	78 mm	120 mm	93 mm	56 mm	30 mm	6 mm	10 mm	35 mm	64 mm	92 mm	79 mm

Annexe 2 :

Données climatiques de la région de Blida

Les températures maximales de la campagne 2012-2021.

Mois Année	Jan	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Sept	OCT	Nov	Déc
2012	15°C	11°C	17°C	20°C	25°C	32°C	33°C	36°C	30°C	27°C	21°C	17°C
2013	15°C	14°C	18°C	21°C	21°C	27°C	32°C	32°C	29°C	28°C	17°C	16°C
2014	16°C	18°C	17°C	23°C	25°C	29°C	33°C	34°C	32°C	28°C	22°C	14°C
2015	15°C	13°C	18°C	22°C	26°C	29°C	36°C	33°C	28°C	25°C	20°C	19°C
2016	18°C	17°C	17°C	20°C	24°C	30°C	34°C	32°C	30°C	28°C	20°C	17°C
2017	13°C	17°C	20°C	21°C	28°C	32°C	35°C	36°C	30°C	26°C	20°C	16°C
2018	17°C	14°C	17°C	21°C	22°C	29°C	34°C	33°C	32°C	25°C	21°C	19°C
2019	14°C	17°C	19°C	20°C	24°C	30°C	35°C	33°C	30°C	26°C	18°C	18°C
2020	16°C	20°C	18°C	21°C	27°C	30°C	34°C	34°C	28°C	24°C	21°C	15°C
2021	15°C	19°C	18°C	21°C	26°C	31°C	36°C	36°C	34°C	26°C	17°C	17°C
Somme	154°C	160°C	179°C	210°C	248°C	299°C	342°C	339°C	303°C	263°C	197°C	168°C
Moyenne mensuelle	15°C	16°C	18°C	21°C	24°C	30°C	42°C	34°C	30°C	26°C	19°C	16°C

Annexe 2 :

Données climatiques de la région de Blida

Les températures minimales de la campagne 2012-2021.

Mois Année	Jan	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Sept	OCT	Nov	Déc
2012	6°C	3°C	7°C	10°C	17°C	23°C	24°C	26°C	20°C	17°C	13°C	9°C
2013	7°C	6°C	10°C	11°C	14°C	19°C	23°C	23°C	20°C	19°C	11°C	8°C
2014	9°C	8°C	7°C	13°C	16°C	21°C	24°C	24°C	22°C	18°C	14°C	7°C
2015	7°C	6°C	9°C	13°C	18°C	22°C	28°C	26°C	20°C	18°C	12°C	9°C
2016	10°C	9°C	8°C	12°C	16°C	22°C	25°C	23°C	20°C	18°C	12°C	9°C
2017	6°C	8°C	9°C	12°C	19°C	24°C	26°C	28°C	22°C	19°C	14°C	10°C
2018	10°C	7°C	11°C	14°C	16°C	22°C	26°C	26°C	24°C	18°C	14°C	12°C
2019	9°C	9°C	11°C	13°C	17°C	23°C	26°C	25°C	22°C	18°C	12°C	11°C
2020	10°C	13°C	11°C	14°C	19°C	23°C	26°C	26°C	21°C	17°C	15°C	10°C
2021	10°C	12°C	11°C	14°C	18°C	23°C	27°C	26°C	22°C	16°C	12°C	11°C
Somme	84°C	81°C	94°C	126°C	170°C	222°C	235°C	253°C	213°C	178°C	129°C	96°C
Moyenne mensuelle	8°C	8°C	9°C	12°C	17°C	22°C	23°C	25°C	21°C	17°C	13°C	9°C

Annexe 2 :

Données climatiques de la région de Blida

Les températures moyennes (M + m) / 2 de la campagne 2012-2021.

Mois Année	Jan	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Sept	OCT	Nov	Déc
2012	10°C	7°C	12°C	15°C	21°C	27°C	28°C	31°C	25°C	22°C	17°C	13°C
2013	11°C	10°C	14°C	16°C	17°C	23°C	27°C	27°C	24°C	23°C	14°C	12°C
2014	12°C	13°C	12°C	18°C	20°C	25°C	28°C	29°C	27°C	23°C	18°C	10°C
2015	11°C	9°C	13°C	17°C	22°C	25°C	32°C	27°C	24°C	21°C	16°C	14°C
2016	14°C	13°C	12°C	16°C	20°C	26°C	29°C	27°C	25°C	23°C	16°C	13°C
2017	9°C	12°C	14°C	16°C	23°C	28°C	30°C	32°C	26°C	22°C	17°C	13°C
2018	13°C	10°C	14°C	17°C	19°C	25°C	30°C	29°C	28°C	21°C	17°C	15°C
2019	11°C	13°C	15°C	16°C	20°C	26°C	30°C	27°C	26°C	22°C	15°C	14°C
2020	13°C	11°C	14°C	17°C	23°C	26°C	30°C	30°C	24°C	20°C	18°C	12°C
2021	12°C	15°C	14°C	17°C	22°C	27°C	31°C	31°C	28°C	21°C	14°C	14°C
Somme	116°C	113°C	134°C	165°C	207°C	258°C	295°C	290°C	257°C	218°C	162°C	130°C
Moyenne mensuelle	11°C	11°C	13°C	16°C	20°C	25°C	29°C	29°C	25°C	21°C	16°C	13°C

Annexe 3

Normes d'interprétation des résultats :

pH :

3,5 à 5 : très acide

5 à 6,5 : acide

6,5 à 7,5 : neutre

7,5 à 8,7 : basique

>8,7 : très basique

Calcaire total

<1 % : non calcaire

1 à 5% : peu calcaire

5 à 25 % : modérément calcaire

25 à 50 % : fortement calcaire

50 à 80 % : très fortement calcaire

>80% : excessivement calcaire

Phosphore assimilable (méthode Olsen)

- **Teneurs en phosphore (P en ppm) :**

< à 5 ppm : très faibles teneurs

Entre 5 et 10 ppm : teneurs faibles

> à 10 ppm : teneurs élevées

- **Teneurs en phosphore (P₂O₅ en ppm)**

< à 11.45 ppm : très faibles teneurs

Entre 11.45 et 22.9 ppm : teneurs faibles

> à 22.9 ppm : teneurs élevées

Azote total

- < à 0,05 % : très faibles teneurs
- 0,05% à 0,12% : teneurs faibles
- 0,12% à 0,18% : teneurs moyennes
- 0,18% à 0,30% : teneurs élevées
- > 0,30 % : teneurs très élevées

Carbone organique

- < à 1 % : très faibles teneurs
- 1% à 2% : teneurs faibles
- 2% à 4% : teneurs moyennes
- > 4 % : teneurs très élevées

Potassium assimilable

- < à 60 ppm : très faibles teneurs
- 60 à 100 ppm : teneurs faibles à un peu faible
- 100 à 180 ppm : bien pourvu
- 180 à 300 ppm : teneurs élevées
- >300 ppm : teneurs très élevées

Annexe 4 : Calcul statistique de l'essai AIB / Charbon actif

Tableau n° 1 : Hauteur finale des plants de GF677 (cm)

Traitements	Moyenne	Ecart type	Groupe homogène
T ₀	0	0	C
T ₁	97,17	1,94	B
T ₂	117,17	1,72	A

Tableau n°2 : Taux d'enracinement des plants de GF677 par traitement

Traitements	Moyenne	Ecart type	Groupe homogène
T ₀	0	0	c
T ₁	33,33	5,16	b
T ₂	18,33	4,08	a

Tableau n3 : Nombre de racines par plant et par traitement

Traitements	Moyenne	Ecart type	Groupe homogène
T ₀	0	0	c
T ₁	10,67	0,52	b
T ₂	5,67	0,52	a

Tableau n° 4 : Longueur des racines par plantule du (GF.677) (cm)

Traitements	moyenne	écart type	Groupe homogène
T ₀	0	0	c
T ₁	19,00	0,89	b
T ₂	24,33	0,82	a