

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEINGEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE DE BLIDA-1-

FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE

DEPARTEMENT DE BIOTECHNOLOGIUE VEGETALE

THEME

Impact des conditions pédoclimatique sur la floribondite du pommier

***Royal Gala* Malus communis L.**

Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de master

Spécialité : Biotechnologie végétale

Soutenu par :

GHERMOUL Mohamed Othmane

Devant le jury compose de :

Mr BOUTEKRABT A.	Professeur	U.S.D.B	Président de jury
Mme KEBOUR D.	M.C.A	U.S.D.B	Promotrice
Mr HAMOUCHE B.	M.C.B	U.S.D.B	Examineur
Mme OUKARA FZ.	Doctorante	I.N.R.F	Examinatrice

ANNEE UNIVERSITAIRE 2013/2014

REMERCIEMENTS

Tout d'abord, je remercie ALLAH, qui m'a donné la santé et le courage afin de pouvoir tracer ma vie dans le droit chemin.

Je tiens à remercier M^r RAMDANE, d'avoir bien voulu m'honorer en président de jury.

Je tiens à remercier vivement et chaleureusement M^{me} KEBOUR, promotrice pour sa grande patience, sa gentillesse et le suivi de mon travail.

Je tien à remercie tout le personnel de la fermes CHERGUI Rabah (lieu d'expérience), pour leur aimable collaboration et leur patience.

En fin je ne saurais oublier toutes les personnes qui ont participé de près ou loin à l'élaboration de ce modeste travail.

Aux professeurs et personnes de Département d'agronomie de Blida en particulier les responsables de la bibliothèque et le centre de calcul.

Un grand merci à tous.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à :

- A mes très chères parents qui ont su montrer leur patience, leur affection et qui ont permis la réalisation de ce travail.
- Mon frère AHMED et Ma sœur FELLA.

- Ma grande famille

GHERMOUL

- Mon grand père (SIDOU).
- A mes amis sans exceptions.
- **A tout mes collègues** : Halim, Housseem, Boualem, M'hamed, Ali, Amine, Abdenour, Kamel, Farouk, Zaki, Mohamed, Ania, Nacera, Issra, Asma, Maroua, Naouel, Khadidja.

Résumé

Le présent travail porte sur l'impact des conditions pédoclimatiques sur la floribondité d'une seule variété du pommier "Royal Gala".

La variété a été plantée le 10 Mars 2001 au niveau de l'ex. DAS CHERGUI Rabah à l'Arbaa; wilaya de Blida.

Au cours de cette étude nous avons suivi les paramètres ci-dessous :

L'analyse du sol, l'étude phénologique (débourrement, floraison, nouaison, dynamique de la croissance des fruits), la production et les rendements, ainsi que les caractéristiques physiques des fruits sur deux parcelles ont une texture différente (la texture de la parcelle N° I est argilo limoneuse, par contre la deuxième est équilibré avec la dominance du sable)

Les principaux résultats obtenus sont les suivants :

- ✓ **Débourrement** : débute entre le 10 et le 13 Mars dans les deux parcelles. Le pourcentage de débourrement est en moyenne de 68.87 % pour l'ensemble des arbres suivis dans la parcelle N° I, et de 69.55 % dans la deuxième parcelle.
- ✓ **Floraison** : L'étalement de la floraison des arbres dans la parcelle N° I débute le 26/03 et se termine le 01/05 soit une durée de 35 jours au moyenne, Quand à la deuxième parcelle, la floraison se situé entre le 26/03 et le 24/04, soit 29 jours.
 - Le pourcentage total de la floraison dans la parcelle N° I est de 81.43 %.
 - Le pourcentage total de la floraison dans la parcelle N° II est de 85.22%.
- ✓ **Nouaison** : le taux de nouaison est moyen, (49.55 % dans la parcelle N° I et 60.05 % dans la parcelle N° II). Ceci signifie que la chute des fleurs est élevée dans l'ensemble des arbres étudiant, donc le taux de nouaison est faible surtout dans la première parcelle par rapport à l'état normal de la floribondité du pommier.
- ✓ **Chute des fruits** : Il y a une chute abondante chez les deux parcelles N° I et N° II avec respectivement 16.90% et 23.58%.
- ✓ **Prpriétés physique des fruits** :
 - Le poids d'un fruit enregistré est de 142.54g dans la parcelle N° I et 153.10g dans la parcelle N° II.
 - Le calibre moyen d'un fruit enregistré est de 59.9mm dans la parcelle N° I et 61.10mm dans la parcelle N° II.
 - Le nombre moyen de fruits par kilogramme est de 7 dans la parcelle N° I et 6.5 dans la parcelle N° II.
 - Nombre de pépins par fruit est le même chez les deux parcelles.

Summary

This study focuses on the impact of climatic conditions on fruit set of a single variety of apple "Royal Gala".

The variety was planted March 10, 2001 at the former. DAS CHERGUI Rabah to Arbaa, Wilaya of Blida.

In this study we followed the following parameters:

Soil analysis, the study phenology (budburst, flowering, fruit set, dynamic fruit growth), production and yields, as well as the physical characteristics of fruit on two parcels have a different texture (the texture Parcel No. I is silty clay, for the second cons is balanced with the dominance of sand)

The main results are as follows:

- } Budding: starts between 10 and 13 March in both plots. The percentage of bud break is on average 68.87% for all monitored trees in the plot No. I, and 69.55% in the second plot.
- } Flowers: The spread of flowering trees in the plot I N ° begins and ends 26/03 01/05 is a 35-day average, when the second plot, flowering is located between 26/03 and 24/04, or 29 days.
 - The total percentage of flowering in the plot ° N I is 81.43%.
 - The total percentage of flowering in the plot ° N II is 85.22%.
- } Fruit set: the rate of fruit set is moderate (49.55% in parcel No. I and 60.05% in parcel No. II). This means that the flower drop is high throughout the study trees, hence the rate of fruit set is low especially in the first plot against the normal state of apple fruit set.
- } Fall Fruit: There is a fall in both plots abundant No. I and No. II with respectively 16.90% and 23.58%.
- } Prpriétés physical fruit
 - The weight of a fruit is recorded in 142.54g Parcel No. I and 153.10g in plot No. II.
 - The average size of a fruit is recorded 59.9mm in plot No. I and 61.10mm in plot No. II.
 - The average number of fruits per kilogram is 7 in Lot No. I and 6.5 in plot No. II.
 - Number of seeds per fruit is the same in both plots.

الملخص

تركز هذه الدراسة على تأثير التربة و الظروف المناخية على إزهار نوع واحد من التفاح "رويال غالا". وكانت مجموعة قد زرعت يوم 10 مارس 2001 في المجمع الفلاحي شرقي رابح بالأربعاء ، ولاية البليدة . في هذه الدراسة تابعنا المعلمات التالية :

تحليل التربة ، وعلم دراسة التغيرات الفينولوجية ، الناشيء، الإزهار ، ومجموعة الفواكه ، وديناميكية نمو الفاكهة) ، والإنتاج والمحاصيل ، فضلا عن الخصائص المادية للفاكهة على اثنين من الطرود مختلفة الملمس (نسيج قطعة رقم الطين الغريني الأول ، عكس الثاني هو متوازن مع هيمنة الرمال. النتائج الرئيسية هي كما يلي :

الناشياء : يبدأ بين 10 و 13 مارس في كل من الحقلين .النسبة المئوية للتبرعم هي 68.87 % في المتوسط بالنسبة لجميع الأشجار في رصد الحقل الأول و 69.55 % في الحقل الثاني. الإزهار: إن انتشار الأشجار المزهرة في الحقل الأول يبدأ يوم 03/26 وينتهي يوم 05/01 هو متوسط 35 يوم، و قطعة الأرض الثانية يقع الإزهار بين 26/03 و 24/0، أو 29 يوما. النسبة المئوية من مجموع المزهرة في الحقل الأول هو 81.43 % . النسبة المئوية من مجموع المزهرة في الثاني هو 85.22 % .

مجموعة الفاكهة : معدل مجموعة الفواكه معتدل (49.55 % في الأول و 60.05 % الثاني . وهذا يعني أن نسبة تساقط الأزهار عالية في جميع أنحاء دراسة الأشجار ، وبالتالي معدل مجموعة الفواكه منخفضة وخاصة في الحقل الأول العادية للمجموعة الفواكه التفاح .

نسبة تساقط الفاكهة: أن هناك انخفاضا في كل من الحقلين الأول والثاني مع رقم 16.90 % و 23.58 % على التوالي ،

الخصائص الفيزيائية للثمار:

- تم تسجيل الوزن 142.54 غ في من فاكهة الحقل الأول . و 153.10 الثاني .
- ويبلغ متوسط حجم ثمرة الحقل الأول 59.9 مم و 61.10 مم في الثاني
- متوسط عدد الثمار للكيلوغرام الواحد هو 7 في الحقل الأول و 6.5 في الثاني .
- عدد البذور في الفاكهة هو نفسه في كل من الحقلين .

Liste des tableaux

Tableau 1 : la composition en moyenne pour 100g de fruits.....	10
Tableau 2 : les variétés du pommier.....	13
Tableau 3 : les caractéristiques des porte-greffes de pommier.....	15
Tableau 4 : Variétés pollinisatrices du pommier.....	21
Tableau 5 : Seuils et périodes de traitement optimal prévus pour plusieurs insectes ravageur de la pomme.....	39
Tableau 6 : Moyennes mensuelles de précipitation de l'année 2013/2014.	
Tableau 7 : Moyennes mensuelles des températures minimales et maximales enregistré durant la période décennale 2003/2013 et celle de la 2013/2014.....	46
Tableau 8 : les accidents climatiques durant la campagne 2013/2014 (jour / mois).....	48
Tableau 9 : calendrier des traitements phytosanitaires (campagne 2013- 2014).....	51
Tableau 10 : Résultat des analyses du sol.....	59
Tableau 11 : Epoque et pourcentage de débourrement du verger de pommier pour la campagne agricole 2013-2014.....	61
Tableau 12 : Analyse de la variance pour le débourrement.....	62
Tableau 13 : Epoque et pourcentage de floraison (saison 2013/2014)...	63
Tableau 14 : Analyse de la variance pour la floraison.....	64
Tableau 15 : L'état de nouaison et le taux de chute des fruits pour la campagne agricole 2013/2014.....	66
Tableau 16 : Analyse de la variance pour la nouaison.....	66
Tableau 17 : Croissance moyenne des fruits.....	68
Tableau 18 : Les caractéristiques physiques des fruits.....	70

Liste des figures

Figure 1 : Répartition des superficies réservées à l'arboriculture en Algérie (2012-2013).....	06
Figure 2 : Répartition des superficies réservées aux rosacées en Algérie (2012-2013).....	07
Figure 3 : Rendement national des fruits en Algérie en (2012/2013).....	07
Figure 4 : Fleur du pommier Royal Gala prélevée du verger d'étude.....	09
Figure 5 : Stades repères du pommier.....	25
Figure 6 : Tige attaquée par une zeuzère présente dans le verger étudié.....	38
Figure 7 : situation géographique de la Mitidja.....	42
Figure 8 : Limites géographiques de la zone d'étude.....	43
Figure 9 : Evolution des températures moyennes mensuelles durant la campagne 2013/2014 et celles de la période décennale 2003/2013....	47
Figure 10 : Diagramme ombrothermique de l'année agricole 2013/2014.....	49
Figure 11 : Dispositif expérimental.....	54
Figure 12 : Profil pédologique de la zone étudiée.....	58
Figure 13 : Pourcentage du débourrement dans les deux parcelles.....	62
Figure 14 : Pourcentage de floraison dans les deux parcelles.....	65
Figure 15 : Pourcentage de la nouaison dans les deux parcelles.....	67
Figure 16 : Représentation graphique de la dynamique de croissance des fruits pour la campagne 2013/2014.....	68
Figure 17 : Poids moyen d'un fruit.....	71
Figure 18 : Calibre moyen d'un fruit.....	71
Figure 19 : Nombre de fruits par kilogramme.....	72
Figure 20 : Nombre des pépins par fruit.....	72

LISTE DES ABRIVIATIONS

%	: pourcentage
C°	: degré Celsius
CaCO₃	: calcaire
CE	: conductivité électrique
Cm	: centimètre
ET	: écar-type
F	: facteur
ha	: hectar
K	: potassium
kg	: kilogramme
km	: kilomètre
L	: litre
M	: maximale
m	: mètre
m	: minimale
méq	: milléquivalent
ml	: millilitre
mm	: millimètre
MO	: matière organique
Moy	: moyenne
N	: azote
P	: phosphore
pH	: potentiel d'hydrogène
PNDA	: plan nationale de développement agricole
ppm	: partie par million
Prob	: probabilité
Qx	: quintaux
T°	: température
UF	: unité fertilisante
ULO	: Ultra Low Oxygène
V	: volume
Var	: variance

SOMMAIRE

INTRODUCTION	01
 PARTIE 1 : Etude bibliographique	
CHAPITRE I : Généralité sur le pommier	
1-Présentation de l'espèce.....	03
1-1 Aperçu historique sur l'origine et la répartition du pommier.....	03
1-2 Classification botanique.....	03
1-3 Importance économique de pommier.....	04
1-3-1 Dans le monde.....	04
1-3-2 En Algérie.....	05
2-Caractéristiques morphologiques et biologiques du pommier	08
2-1 Morphologie de l'espèce	08
2-2 Différentes productions de pommier	10
2-3 Biologie du pommier.....	16
3- Exigences de l'espèce.....	26
3-1 Exigences climatiques.....	26
3-2 Exigences édaphiques.....	27
3-3 Taille.....	30
3-4 Eclaircissage.....	30
 CHAPITRE II : Maladies et ravageurs	
1- Maladies cryptogamiques.....	32
2 - insectes ravageurs.....	35
 CHAPITRE III : Récolte et conservation	
1- Récolte et conservation.....	40
 PARTIE 2 : Etude expérimentale	
CHAPITRE I : étude du milieu	
1 - Présentation de la zone de MITIDJA	42
2 - Présentation du milieu d'étude.....	43
3- Données climatiques	44
3-1 Caractéristiques climatiques.....	44
3-1-1 La Pluviométrie.....	44

3-1-2 Température.....	46
3.1.3 Les accidents climatiques.....	48
3-2 Synthèse climatique.....	49
4- Calendrier des techniques culturales.....	50

CHAPITRE II : Matériel et méthode

1- Matériel végétal.....	52
2- Méthode d'étude.....	55
2-1 Etude de sol.....	55
2-2 Observation et suivi sur le terrain.....	55
2-2-1 Observations relatives au débourrement et à la floraison.....	55
2-2-2 Observations relatives à la nouaison et à la chute des fruits.....	56
2-2-3 Dynamique de croissance des fruits.....	56
2-2-4 Récolte et estimation des rendements.....	56
2-2-5 Etude et travail au niveau de laboratoire.....	57

Chapitre III : Résultats et discussions

1- Interprétation des résultats de l'analyse du sol.....	58
2- observations relatives au débourrement des bourgeons.....	61
3- Observations relatives à la floraison.....	63
4- observations relatives à la nouaison.....	65
5- Dynamique de croissance des fruits.....	68
6- observation relative a la maturité et la récolte fruits.....	69
7- Etude et travail au niveau de laboratoire.....	69

CONCLUSION GENERALE	73
----------------------------------	----

L'arboriculture fruitière est une branche de l'horticulture ayant pour objectif l'exploitation des végétaux ligneux à fruits comestibles. Actuellement, l'arboriculture fruitière prend de plus en plus d'importance dans l'agriculture algérienne. Elle passe de 509890 ha en 2001 à 865146 ha en 2013 soit un taux de 3,42%.

En effet, les superficies accordées aux espèces fruitières en particulier les espèces à pépins et à noyaux, ont atteint un niveau de production et de rentabilité maximale, de 4559372 de tonnes pour le pommier, de 2407088 de tonnes pour le poirier et 1922027 de tonnes pour le pêcher.

Dans notre pays, l'objectif que vise le développement de l'arboriculture fruitière ces dernières années, consiste en premier lieu à augmenter et à diversifier la production nationale, en vue de subvenir aussi bien aux besoins marché national qu'à l'exportation notamment les dattes où l'objectif est fixé à 120 000 tonnes pour le plan quadriennal 2010-2014.

Les rosacées à pépins et à noyaux ont connu une extension remarquable compte tenu de la place marginale que ces espèces occupaient pendant la période coloniale. Ainsi, le programme du PNDA accorde une importance particulière au développement de ces espèces. Des subventions conséquentes ont été accordées aux producteurs aussi bien les pépiniéristes que les arboriculteurs.

Parmi les espèces cultivées, la pomme est l'espèce très demandée dans notre pays, c'est pourquoi le verger du pommier s'est considérablement développé et diversifié. Les superficies réservées à cette espèce cumulent 17950 ha en 2000 à 51080 ha en 2013, soit un accroissement moyen de 3011 ha /an (5,89%).

Bien que, les superficies du pommier en Algérie soient importantes, les rendements demeurent encore faibles avec une moyenne de 111.1 qx/ha alors qu'ils atteignent plus du double dans d'autres pays (ANONYME, 2013). Dans les pays européennes, les rendements sont de l'ordre de 600 à 700 qx par hectare.

Les différentes études sur la production d'une variété fruitière donnée se sont penchées sur quelque paramètre notamment le sol, la fertilisation, les conditions climatiques et l'état sanitaire de l'arbre.

Dans cet objectif, que notre travail consiste à étudier le sol, les conditions climatiques et leur impact sur le rendement annuel d'un seul cultivar du pommier "Gala Royal", introduite dans la ferme agricole de CHERGUI Rabah (exploitation privée à l'Arbaa) installée en 2001. Les paramètres étudiés portent sur :

- ✓ L'analyse de sol
- ✓ L'étude phénologique
- ✓ L'époque de maturité des fruits
- ✓ La production et les rendements
- ✓ La qualité physique des fruits
- ✓ Les rendements

1-Présentation de l'espèce

1-1 Aperçu historique sur l'origine et la répartition du pommier

Le pommier est connu depuis treize siècles avant Jésus Christ sous le règne de Ramsès. Ensuite, il fut cultivé par les Grecs et les Romains (SAPIN, 1978). Le pommier est vraisemblablement originaire d'une région s'étendant de la mer Noire à la mer Caspienne mais son lieu d'origine n'a jamais été défini avec exactitude.

La pomme fut introduite en Amérique de Nord par les premiers colons. Les archives de la compagnie de la baie du Massachusetts donnent des indications sur la culture des premiers pommiers du nouveau monde, en 1630.

Le pommier appartient au genre de *Malus*. Les variétés les plus connues de pommiers sont obtenues par hybridation naturelle ou artificielle et sélection de diverses espèces sauvages très anciennes et existantes encore en Europe et en Asie (*Malus sylvestris*, *Malus pumila*). Le pommier est l'arbre fruitier le plus cultivé dans monde (ROUSSEAU, 1991). Avec plus de 50 millions d'hectares.

Les variétés cultivées tireraient leurs origines de ceux des grands types génétiques qui sont:

- ❖ *Malus communis L* : est un arbre moyen de 10 mètres de hauteur, répandu dans toute l'Europe et la Russie.
- ❖ *Malus pumila Miller* : est un arbre de taille moyenne et buissonnant.

Ces deux types ont eux-mêmes donné de nombreuses variétés ainsi que les hybrides spontanés (BRETAUDEAU, 1978).

1-2 Classification botanique

Le pommier appartient à la famille des Rosacées, Celle-ci se compose de plus de 200 genres et quelque 2500 espèces (BOUMILK, 1995) où le genre *Malus* comprend 25 espèces (GALLAIS et BANNEROT, 1992).

La classification botanique de pommier d'après ZGUIGUAL (1995) est comme suite :

Famille : *Rosacées*

Ordre : *Rosales*

Sous famille : *Pommoïdeae*

Genre : *Malus*

Espèces : *Malus communis L.* ou *Malus pumila M*

1-3- Importance économique de pommier :

La culture du pommier peut constituer une source de revenu non négligeable, être à la base de la création d'emplois et assurer le développement de l'industrie agro-alimentaire (MERZOUG, 1991).

L'arboriculture est une branche de l'agriculture dont l'importance revêt plusieurs aspects et intervient essentiellement dans :

- ❖ l'alimentation humaine,
- ❖ l'industrie agro-alimentaire,
- ❖ le revenu économique par le biais de l'exportation.

1-3-1 Dans le monde :

Le pommier est l'espèce fruitière la plus cultivée dans le monde en raison de la grande plasticité de porte-greffes de certaines variétés.

Les variétés les plus répandues sont :

- ❖ Golden Delicious (35%)
- ❖ Red Delicious (15%)
- ❖ Cox's Orange (8%)
- ❖ Belle de Boskoop (4%)
- ❖ Gala Royal (3%).

En 2008, la production mondiale de pomme a été de 45.4 millions de tonnes, avec une superficie de 5 291 200 hectares en culture dans le monde. 41% de la production mondiale se retrouve en Chine (ANONYME, 2008).

Les principaux pays producteurs sont :

- ❖ La Chine (18 614 000 tonnes)
- ❖ Les États-Unis (4 290 000 tonnes).
- ❖ La Pologne (2 500 000 tonnes).
- ❖ La France (2 400 000 tonnes).

1-3-2 En Algérie

Les rosacées à pépins et à noyaux ont connu une extension remarquable ces dernières décennies.

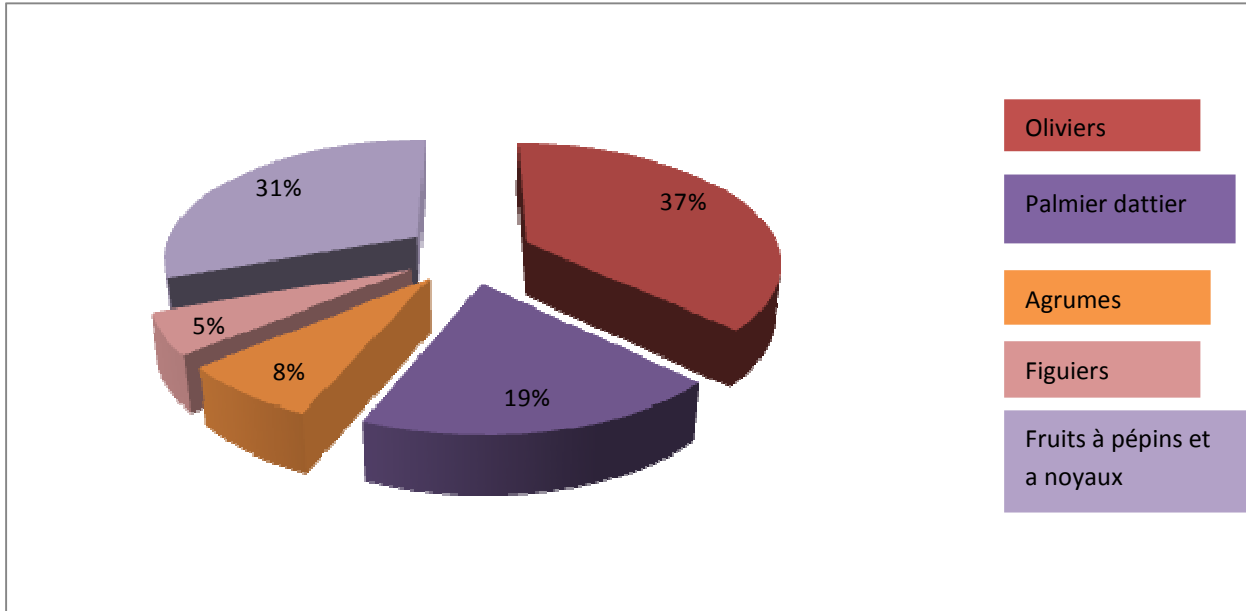
Compte tenu de la place marginale occupée pendant la période coloniale, le verger algérien de par la diversité des espèces fruitières qui le composent, s'étant sur l'ensemble de la bande tellienne située entre les chaînes de l'Atlas et la côte méditerranéenne.

Sur le plan géographique, les cultures fruitières se répartissent approximativement ainsi :

- **Côtes et plaines littorales** : agrumes, pêcher, néflier.
- **Atlas tellien** : olivier, figuier, cerisier.
- **Hauts plateaux** : espèces fruitières à pépins et à noyaux sauf le pêcher.
- **Zone pré- désertique** : abricotier, amandier.
- **Zone désertique** : palmier dattier et autre espèces.

Durant les années 1986 à 2013, les superficies des espèces à noyaux et à pépins ont légèrement augmenté passant de 79690 ha à 865146 ha, soit un accroissement moyen de 29090.9 ha/ an pour l'ensemble du territoire national.

L'arboriculture fruitière totalise 865146ha et est répartie comme souligné sur la figure 1.



Source: minister de l'agriculture.

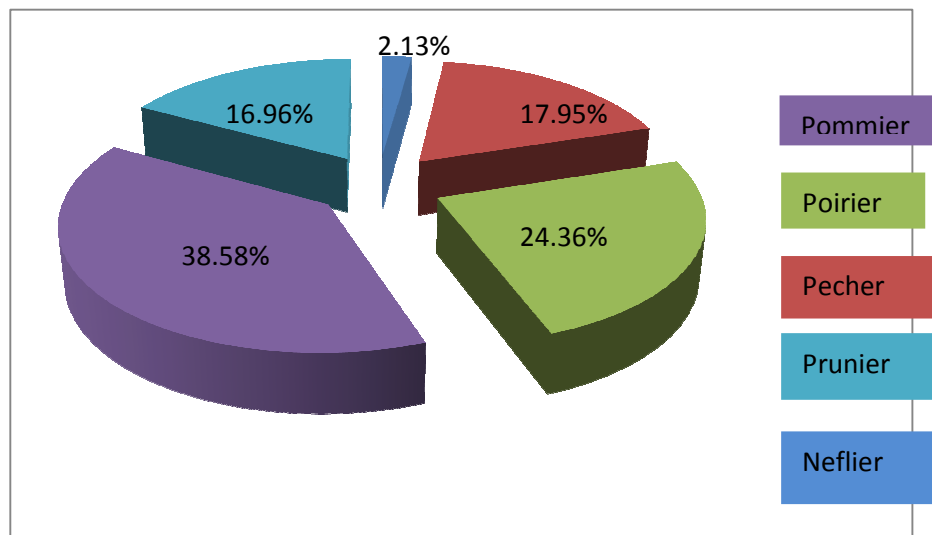
Figure 1 : Répartition des superficies réservées à l'arboriculture en Algérie (2012-2013).

Les superficies du pommier sont passées de 17950 ha en 2000 à 51080 ha en 2013 (Figure 2) donc une augmentation très rapide sur les 13 ans, soit un accroissement moyen de 3011 ha/an. Par contre, la production reste faible malgré l'augmentation avec 965170 Qx en 2000 à 4559372 Qx en 2013 soit un rendement du 111.1 Q/ha en 2011 selon la Figure 3 (ANONYME, 2013).

Le rendement des espèces fruitières demeure faible et est loin des normes européennes ou mondiales. Il y a un grand écart entre les rendements réels et les rendements déclarés, les rendements réels doivent être certainement supérieurs à ceux déclarés officiellement et ce pour diverses raisons : estimation du lieu de quantification, écart de tri et l'absence des statistiques fiables causé par la non transparence du système de commercialisation.

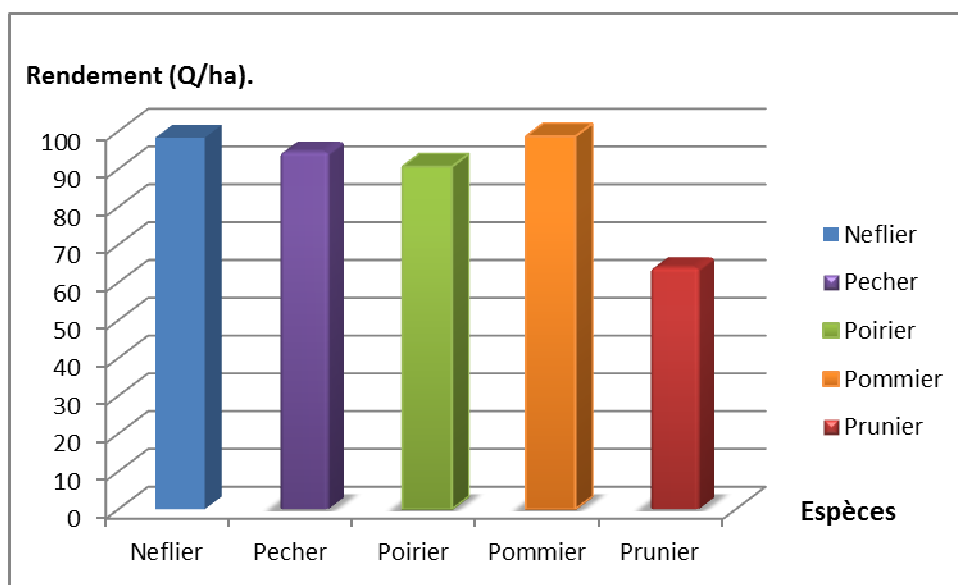
Les rendements sont variables selon les variétés et les campagnes :

- Ils sont de 5t /ha pour les plantations jeunes (5ans)
- 25 t /ha pour les plantations de 10 ans.
- 30 t /ha pour plus de 15 ans.



Source: minister de l'agriculture.

Figure 2 : Répartition des superficies réservées aux rosacées en Algérie (2012-2013).



Source: minister de l'agriculture.

Figure 3 : Rendement national des fruits en Algérie en (2012-2013).

2-Caractéristiques morphologiques et biologiques du pommier :**2-1 Morphologie de l'espèce :**

Le port de l'arbre est une cime ovoïde (COUTANCEAU, 1962). Il peut atteindre 6 à 10 m avec des branches divergentes retombant avec l'âge (BRETAUDEAU, 1978).

2-1-1 Organisation des rameaux :

Les rameaux sont à écorce lisse, brune, à lenticelles plus au moins nombreuses suivant les variétés et devenant rugueuses sur le vieux bois mais non fendillée comme chez le poirier.

Les organes portés par les rameaux sont :

- les yeux à bois,
- les boutons à fleurs plus ou moins ovoïdes, recouverts extérieurement par les écailles duveteuses blanc grisâtre (BRETAUDEAU, 1978).

2-1-2 Feuilles :

Le pommier a des feuilles caduques, alternes, simples, entièrement dentées sur le bord, velues dans leurs jeunesse, à pétiole plus court que chez le poirier. Ce pétiole est accompagné à la base de deux stipules foliacées, la phyllotaxie est 2/5 (SAPIN, 1978).

2-1-3 Fleurs :

Les fleurs sont d'un blanc mêlé de rosé, l'inflorescence est un corymbe portant 5 à 6 fleurs (TASEI 1978 in PESSON et LOUVEAUX, 1984),

Chaque fleur est constituée de 5 sépales, 5 pétales, 20 étamines à filet soudés, un ovaire à 5 carpelles renfermant chacun 2 ovules, les 5 styles sont soudés à la base. La densité de fleurs est estimée à 5 -10 millions de fleurs par hectare.

La formule florale: $5S + 5P + (20E + 20E) 1C \oplus$



Photo originale.

Figure 4 : fleur du pommier Royal Gala.

2-1-4 Fruit :

La pomme est généralement sphérique ou globuleuse, de taille et de couleur diverses selon les variétés (verte, jaune, rouge ou panachée), de goût sucré ou acidulé comme la poire. La pomme est une drupe à mésocarpe charnu contenant cinq loges cartilagineuses. Le réceptacle floral se développe et donne la partie comestible de fruit. Elle est recouverte d'un épiderme mince renfermant dans une pulpe très épaisse des parties cornées (carpelles) sur lesquelles sont fixées les pépins.

Les principaux constituants de la pomme sont :

- l'eau : >80 %, sans dépasser 90%
- les sucres naturels (plus de 50% de fructose, saccharose de 11 à 13% en moyenne)
- l'acide malique : de 2,5 à 5g/l,
- le sorbitol : de 1,3 à 7g/l.

Les éléments minéraux dépendent des facteurs cultureux, des variétés, du climat et de l'état de maturité. Ainsi, la teneur en potassium varie considérablement selon les doses d'engrais potassique apportées à chaque arbre.(Tableau1).

Tableau 1 : La composition biochimique en moyenne pour 100g de fruits.

Constituants	Poids pour 100g de fruit
Potassium	120-200 mg
Phosphore	10 mg
Sodium	2-10 mg
Calcium	7mg
Magnésium	5mg
Chlore	3mg
Fer	0.3 mg
Cuivre	0.1 mg
Zinc	0.1 mg
Flore	Traces
Soufre	6mg
Manganèse	0.04à0.1 mg

La vitamine C présente des taux très variables selon les variétés. La peau contient 4 à 6 fois plus de vitamines que la pulpe. Les vitamines de groupe B sont présentées dans la pomme à des taux inférieurs par rapport à nos besoins de 0,1 à 0.5 mg de vitamine pour 100 g de fruits alors que notre organisme nécessite 15 à 20 mg par jour (ANONYME, 2002).

2-2 Différentes productions de pommier :**2-2-1 Productions à bois :****❖ Les yeux à bois :**

Les yeux à bois insérés sur les rameaux à l'aisselle des feuilles évoluent l'année qui suit leur formation en donnant une pousse feuillue ou un dard (GAUTIER, 1993). Selon sa position, un œil à bois peut être :

- terminal : en extrémité des rameaux,
- latéral ou axillaire : placé latéralement par rapport au rameau,
- latent : toujours en nombre indéterminé, ils sont présents sous l'écorce (BRETAUDEAU, 1978).

❖ Rameaux

Ce sont des rameaux d'une longueur de 30 à 50 cm ne présentant que des yeux à bois coniques, insérés sur un renflement plus ou moins appliqué sur le rameau selon les variétés (COUTANCEAU, 1962).

❖ Dard

C'est un rameau très court de 1 à 5 cm de longueur. Il est surmonté d'un œil à bois et se développe perpendiculairement à la branche ou à l'axe qui le porte.

❖ Gourmand

C'est un rameau à bois à développement excessif par suite de facteurs de croissance favorables (COUTANCEAU, 1962). Il est difficilement orientable vers la mise à fruits.

2-2-2 Productions à fruits**❖ Boutons à fleurs**

Ces bourgeons sont arrondis, renfermant sous les écailles des ébauches d'inflorescences. Ces boutons à fleurs peuvent être terminaux ou disposés latéralement sur le bois d'un an (GAUTIER, 1993).

❖ Brindilles

Ce sont des petits rameaux flexibles atteignant à peine 20 à 25 cm de longueur. La brindille porte à son extrémité un œil à bois « brindille souple» ou un bourgeon floral «brindille couronnée » (GAUTIER, 1993).

❖ Bourse

C'est un organe court et renflé qui se forme au cours du développement de fruit à pépins. La bourse porte facilement de nouveaux bourgeons à fleurs qui forment de nouvelles bourses.

❖ Lambourde

Elle ressemble au dard mais elle porte à son extrémité un bourgeon floral.

Sur le poirier et le pommier, les lambourdes prennent rarement naissance sur le bois d'un an (ROGER et JUSSIAUX, 1980).

Les variétés du Pommier

Les variétés de pommiers les plus courantes sont mentionnées dans le tableau 3, et celles qui sont en gras sont des variétés locales les plus cultivées en Algérie.

Tableau 2 : les variétés du pommier

Classes	Varieties	Caractéristiques
Pomme d'été début d'automne (maturité fin juin début septembre).	-Astrakam rouge	-Fruit moyen, de bonne qualité convient à la culture en haute tige.
	-Red Delicious	-Vigoureuse, fruit rouge strié et côtelé de calibre moyen, convient aux petites et moyennes formes.
	-Gala	-Vigueur moyenne, mise à fruits rapides. -Fruit moyen à gros, épiderme jaune.
Pomme fin d'été automne –hiver (maturité fin septembre à fin novembre)	Cox's- orange pippin	-Fruit moyen de qualité moyenne, arbre vigoureux s'adaptant à toutes les formes.
	Idared	-Vigueur moyenne, sensible à la tavelure. -Bonne productivité, conservation possible six mois, Excellente variété commerciale.
	Reine des Reinettes	-Fruit moyen de très bonne qualité, maturité très échelonnée, variété cultivée en tige et forme basses.
	Richard Delicious	-Epiderme rouge sur fond jaune bonne conservation. -Très sensible aux chancres, à la tavelure et au puceron lanigère.
Pomme d'hiver et début printemps (maturité de décembre à	Granny Smith	-Fruit à calibre moyen, forme globuleuse, peu sucrée, peu parfumée.
	Golden Delicious	-Fruit gros de bonne qualité, cultivée en forme libre, résiste très bien aux transports et de très longue conservation.

(BRETAUDEAU, 1991).

❖ Porte greffes du pommier

Dans la majorité des cas, l'arbre fruitier est constitué de l'association d'un porte-greffe et d'un greffon. Le porte-greffe par son système racinaire permet au sujet de l'adapter au sol, la variété porte les fruits (Tableau 2).

Il y a interaction entre le porte-greffe et la variété. Le porte-greffe influe sur la végétation (vigueur et ramification) et sur la production (rendement et qualité des fruits) du greffon (GAUTIER, 1987).

Les portes greffes les plus utilisés en Algérie sont:

- M 27.
- EM 9.
- MM 106.
- MM111.
- MM 109.

Tableau 3 : Les caractéristiques des porte-greffes de pommier

Types de Porte-greffe	Caractéristiques essentielles	Types de sols
M 27	Vigueur très faible extrêmement nanifiant, plus faible que EM 9 mise à fruits très rapide, haute densité.	Sols légers profond et très riches. Faible ancrage.
EM 9 où Paradie jaune de Metz	Vigueur faible, mise à fruit rapide haute densité pour augmenter la production.	alluvions fertiles, faible ancrage, peu sensible à l'asphyxie.
M 26	Vigueur assez faible, productivité bonne mise à fruits rapides, bon ancrage.	Sols profond, légers craint l'humidité.
M M 106	Vigueur moyenne, mise à fruits rapides productivité élevée.	Sols moyennement lourds sensibles à la sécheresse
E M 7	Vigueur moyenne, bon ancrage à préférer au 106 en sols trop séchants mise à fruits rapides.	Sols secs et filtrants.
MM 111	Vigueur identique qu'EM 2, sensible à l'asphyxie.	se comporte bien dans les sols légers.
MM 109	Très vigoureux. Résiste à la sécheresse Craint l'humidité.	Sols légers et profond très sensible à l'asphyxie
-Le cognassier (BA29)	Très vigoureux, racines traçantes. Fructification rapide, produit un fruit de qualité	Accepte les sols calcaires (<12%) craints les sols asphyxiants.
Franc Commun	Semis de pépins, très vigoureux, mise à fruits lents. Productif et meilleure longévité.	Convient à tous les sols.
Franc Bitten felder	Très vigoureux, homogène, résiste au froid.	Convient à tous les sols.

(BRETAUDEAU, 1991).

2-3 Biologie du pommier

2-3-1 Dormance ou repos hivernal

C'est l'incapacité d'un bourgeon à croître lorsque toutes les conditions d'environnement sont favorables et que les inhibitions par corrélations physiologiques sont supprimées (CHOUAD, 1956 in CHAMPAGNAT, 1983).

L'entrée en dormance des bourgeons est liée aux divers facteurs internes et externes.

1/ facteur externe: la croissance des organes cesse quand les conditions d'environnement sont défavorables.

2/ facteur interne : dans ce cas, le développement cesse même si les conditions externes lui sont favorables.

La levée de dormance se produit grâce à l'influence d'une certaine quantité de froid. Les besoins, selon les variétés, sont entre 400 et 1000 heures de froid de moins 7,2°C. Les automnes froids risquent de lever la dormance des bourgeons si de belles journées se présentent par la suite (BIDABE, 1965).

2-3-2 Floraison

Trois processus fondamentaux sont à l'origine de l'orientation du métabolisme de bourgeons végétatifs vers la tendance florale et la formation des fruits.

❖ Induction florale

L'induction florale est la réalisation au niveau de l'apex vers la formation des ébauches florales. Elle est déclenchée chez les arbres fruitiers par une hormone de floraison (la vernaline), qui provient des feuilles. Elle est transportée jusqu'aux apex à une concentration optimale, elle déclenche l'évolution florale à la condition formelle qu'un certain niveau de réserves glucidiques et minérales soient présentent dans les bourgeons (HUET, 1972).

La formation des boutons floraux dépend de : l'âge de l'arbre, la variété, la conduite du verger, l'irrigation, la condition pédologique, les conditions climatiques, les températures et surtout la luminosité au moment de l'induction, la quantité de fruits et leurs richesse en pépins.

❖ **Différenciation florale**

La différenciation des organes floraux et végétatifs s'établit à l'intérieur des bourgeons dès le mois de juin et juillet de l'année précédente chez les arbres fruitiers (LUGEON, 1963).

La différenciation morphologique des bourgeons commence 30 à 40 jours après la floraison.

Il faut noter toutefois qu'au sein de la même espèce, les variétés précoces sont de différenciation presque toujours plus vite que les variétés tardives. Concernant les types de productions fruitières, ce sont les bourgeons situés sur les rameaux courts (dard, lambourde) qui différencient les premiers puis suivent ceux placés sur les rameaux longs (brindilles).

Quand les exigences en froid ne sont pas satisfaites, ce processus peut ne pas avoir lieu ou n'intéresser qu'un nombre réduit de bourgeons. Ceci dépend de :

- l'état nutritionnel,
- la situation hormonale,
- les facteurs climatiques,
- les facteurs cultureaux.

❖ **Développement floral**

Par définition, le développement floral ou floraison est l'épanouissement des fleurs d'une plante. Il est caractérisé par la croissance des ébauches florales et la maturation des cellules reproductrices qui aboutissent à l'éclatement des boutons à fleurs.

Plusieurs auteurs s'accordent pour préciser que la floraison est sous la dépendance étroite du climat.

Les facteurs climatiques et notamment les températures modifient les dates d'apparition et la durée des stades préfloraison et de floraison ainsi que le pourcentage de nouaison et de fructification.

Les hivers doux induisent un étalement considérable de la floraison. Par contre, les hivers rigoureux assurent une bonne levée de dormance et une floraison groupée (BIDABE, 1965).

La date de floraison dépend de la variété et des conditions climatiques, le nombre de fleurs fournies par un arbre est très supérieur au nombre de fruits noués. En fait, 10% des fleurs seulement assurent une bonne récolte (SAPIN, 1978).

En saison normale, la floraison du pommier s'échelonne depuis fin mars jusqu'à fin mai et durant le mois de février pour les variétés précoces en Mitidja.

Dans les régions gélives, il est donc possible de faire appel à des variétés à floraison tardive.

Durant deux années d'expérimentation nettement contrastées, en ce qui concerne les heures de froid, il a été constaté que la première année (250 heures de froid), les arbres ont commencé à fleurir au début du mois de mai, alors que l'année suivante (avec 103 heures de froid) la floraison s'est déroulée à partir de la première semaine d'avril (ZAIDI, 1985).

Ce même auteur a noté une différence nette de l'étalement de la période de floraison. Elle a duré plus de 20 jours durant la première année et moins de 15 jours pour la seconde.

En plus des différences dues au climat, des variations s'observent et sont dues essentiellement aux aptitudes génétiques de chaque variété.

D'après KENNETH et MARTIN (1980), la date de floraison semble avoir une action sur la qualité physique et l'aptitude de la maturation des fruits. Ces auteurs affirment qu'une floraison trop hâtive (8 jours avant la date normale) semble entraver le processus de maturation des fruits.

2-3-3 Pollinisation

La pollinisation est l'ensemble des phénomènes que subissent les grains de pollen à partir de leur émission par la fleur jusqu'à leur dépôt sur le stigmate et leur germination (BENTTAYEB, 1993).

D'après HUET (1972), les variétés de pommier présentent un degré d'autostérilité variable. Il n'existe pas de variétés suffisamment auto fertiles, la parthénocarpie y est exceptionnelle.

Ces variétés appartiennent à deux groupes chromosomiques:

- . **Les variétés diploïdes** ($2n = 34$ chromosomes), ces variétés ont un pouvoir germinatif élevé (90 à 95%) (Golden Délicieux, Richard).
- . **Les variétés triploïdes** ($3n = 51$ chromosomes), ayant un pouvoir germinatif faible (5 à 10%), les variétés de ce groupe ont des besoins impératifs de fécondation croisée pour pouvoir fructifier, c'est le cas de Reinette de Canada, Belle de boskoop.

Le vent n'est pas un bon agent de pollinisation, selon PESSON et LOUVEAUX (1984), la pollinisation des arbres fruitiers est assurée essentiellement par des insectes pollinisateurs dont plus de 90% sont des abeilles domestiques, les bourdons et les abeilles solitaires. Pour augmenter l'efficacité des abeilles, il est recommandé, de placer des ruches dans les vergers pendant la période de floraison. Le pommier nécessite entre 3 et 4 ruches à l'hectare. Les ruches sont placées lorsque 20% des fleurs sont au stade F1 (GAUTIER, 1987).

2-3-3-1 Pollinisation directe (autopollinisation)

L'autopollinisation est le dépôt des grains de pollen d'une fleur sur le stigmate de la même fleur. L'autopollinisation est possible mais non obligatoire chez les arbres fruitiers à fleurs ouvertes (chasmogames) comme le pêcher, l'abricotier, le pamplemoussier et l'olivier. Elle est par contre obligatoire chez les plantes à fleurs fermées (cleistogames) comme la vigne (BENTTAYEB, 1993).

2-3-3-2 Pollinisation indirecte (allopollinisation)

Bien que la plupart des espèces fruitières produisent des fleurs hermaphrodites, la pollinisation croisée est souvent dominante. Pour fructifier normalement et abondamment, les fleurs d'une variété donnée doivent recevoir un pollen étranger (allo pollen) compatible c'est le cas des espèces allogames comme le noisetier Châtaignier, pommier, poirier, amandier et cerisier.

2-3-3-3 Stérilité mâle

Elle se manifeste par une absence complète de fonctionnement d'où la nécessité d'une fécondation croisée. MONET (1983), PESSON et LOUVEAUX (1984), divisent la stérilité mâle en deux groupes :

- ❖ Stérilité mâle génique: elle résulte de l'expression d'un des gènes généralement **récessif** responsable de la stérilité.
- ❖ Stérilité cytoplasmique: elle est héréditaire.

2-3-3-4 Auto stérilité

Elle est due à l'auto incompatibilité pollinique ou l'inaptitude d'une plante à donner des semences lorsqu'elle est auto fécondée (HERVE, 1984).

L'autostérilité et l'auto fertilité ne seraient que l'expression négative ou positive du pouvoir germinatif du pollen.

2-3-3-5 incompatibilité

Selon HERVE (1984), c'est un système pour lequel l'interaction pollen pistil ne conduit pas à la formation de zygote ni à la production de graine viable bien que les gamètes mâle et femelles soient potentiellement fertiles.

Tableau 4: Variétés pollinisatrices du pommier

Varieties	Pollinisée par
- Akane	-Golden Delicious, Grany smith, Reine des Reinette.
- Jonagold	-Grany smith, Reine des Reinette, Melrose.
- Reinette Blanche du Canada	- Golden Delicious, Grany smith, Idared.
-Reinette Clochard	-Golden Delicious, Reine des Reinette.
- Reine des Reinette	-Idared, Golden Delicious.
-Royal Gala	- Red Top Spur, Fuji, James Grieve

(BRETAUDEAU, 1991).

2-3-4 Fécondation et nouaison (Tableau 4)

Le stigmate du pommier est réceptif lorsque la fleur est au stade F1. Cette réceptivité se maintient pendant les 3 jours qui suivent l'ouverture des fleurs (la germination de pollen dure 6 jours à 10° C et seulement 3 jours à 20° C, il n'y a plus de germination à 5°C).

Le pollen de variétés triploïdes (Belle de Boskoop, Mutsu et Jonagold) a un pouvoir germinatif très faible de 5 à 10%, alors que les graines de pollen des variétés diploïdes germent à 90% jusqu'à 95%.

Une fleur de pommier pollinisée avec son propre pollen n'aboutit pas un fruit. Selon PESSON et LOUVEAUX (1984), Il existe une auto incompatibilité entre le pollen et le style d'une même variété de pommier.

La fécondation est indispensable, elle a une influence sur le rendement, la chute des fruits, la qualité des fruits et l'induction florale (GAUTIER, 1971).

L'action de la fécondation s'exerce d'abord sur le rendement, les fruits fécondés tiennent mieux sur l'arbre que les fruits non fécondés, pour ces derniers, la chute intervient dans les 3 semaines qui suivent la nouaison mais les fruits peuvent encore tomber aux approches de la récolte. Des expérimentations menées sur le pommier et le

poirier montrent que les différences de rendement peuvent aller de 1 à 4. Q /ha.

Les fruits fécondés résistent mieux aux mauvaises conditions climatiques (froid de printemps, sécheresse).

La qualité des fruits est également liée à une bonne fécondation (grossissement plus rapide, calibre plus gros, la forme du fruit fécondé est plus régulière).

La rugosité de la pomme apparaît plus souvent sur les fruits mal fécondés (GAUTIER, 1987).

La nouaison c'est le premier stade de développement du fruit. Le fruit est normal quand il résulte d'une fécondation complète. La parthénocarpie est la particularité de ne pas contenir de graines, c'est le développement des fruits sans fécondation, cas des apogamies (CALVET et GUIRBAL, 1979).

D'après BENTTAYEB (1993), La nouaison est contrôlée par plusieurs paramètres tels que le climat, la nutrition et l'irrigation.

Les basses températures, les vents chauds et secs pendant floraison limiteraient le taux de nouaison et la formation des fruits.

Une nutrition carbonée intense, la technique des pulvérisations azotées favorise grandement la nouaison (BRETAUDEAU, 1992).

L'irrigation augmente le taux de nouaison et facilite la croissance des fruits et améliore leur qualité (BENTTAYEB, 1993).

2-3-5 Grossissement des fruits et maturation

Théoriquement, la succession de plusieurs phases biologiques traduit nettement l'évolution du fruit.

- une phase de multiplication cellulaire très active.
- Une phase d'élongation cellulaire qui a pour conséquence le grossissement définitif du fruit.

- Une phase de maturation physiologique où s'amorce le processus biochimique conduisant à la maturité et à la sénescence du fruit (ZAIDI, 1985).

Chez les pommes du groupe Délicieux et Jonathan, des études américaines ont montré que la première phase de l'évolution du fruit est stimulée par la satisfaction des besoins en froid hivernal.

A la maturité le fruit contient en moyenne 82-88% d'eau (ULRICH, 1952 in GAUTIER, 1969),

Le fruit mur contient 6.6% de sucres totaux alors qu'il est de 9.82% chez la Golden Délicieuse (CHATFIELD et MACHANGLIN, 1931 in LEDÈRE, 1982).

2-3-6 Stades phrénologiques repères du pommier

L'évolution du bouton floral est divisée en un certain nombre de stades phrénologiques repères qui sont d'après la description de FLEKINGER :

- **Stade A** : le bourgeon proprement dit est recouvert d'écaillés.
- **Stade B** : c'est la première manifestation printanière de la croissance des bourgeons.
- **Stade C** : est représenté par le gonflement du bourgeon dont le diamètre le plus grand est devenu environ deux fois et demie celui de bourgeon à son point d'insertion.
- **Stade D** : durant ce stade, il y a apparition des boutons à fleurs, rendues visibles par l'écartement des écailles et les feuilles sont plus ou moins développées suivant les variétés,
- **Stade E** : les sépales sont légèrement écartés, laissant apparaître les pétales, qui très vite deviennent rouge, la fleur épanouie, le stade fleur épanouie passe par deux stades.
- **Stade F** : ce stade correspond à l'ouverture de la première fleur de l'inflorescence.

- **Stade G** : c'est la chute des premiers pétales. L'ovaire et les fruits se sont les dernières étapes du stade végétatif.
- **Stade H** : il y a chute des derniers pétales de l'inflorescence.
- **Stade I** : ce stade est caractérisé par une nouaison complète. Le diamètre du fruit est égal à deux fois et demi celui de l'ovaire à pleine floraison (Stade F2).
- **Stade J** : le diamètre des petits fruits est cinq fois plus grand que celui de l'ovaire au stade F2. La période des plus grosses chutes naturelles de jeunes fruits prend fin.

3- Exigences de l'espèce

3-1 Exigences climatiques

Le pommier se développe dans toute la zone tempérée du globe, il préfère les climats légèrement humides et redoute les fortes chaleurs (LUIS, 1961).

3-1-1 La température

La température joue un rôle important dans l'évolution des bourgeons depuis l'entrée en dormance jusqu'à la floraison (ZAIDI, 1985).

Elle intervient sur le bourgeon suivant deux modalités d'action :

- les basses températures pour la levée de la dormance.
- les températures élevées pour favoriser l'évolution des bourgeons leur levée de dormance (SAPIN, 1978).

➤ Les basses températures

Les basses températures hivernâtes (< 7.2°C) ont une grande influence sur la levée de dormance des bourgeons.

Le pommier a besoin d'une quantité de froid hivernal assurant un repos végétatif complet, pour végéter et fructifier convenablement. D'après ZAIDI (1985), un passage au froid hivernal est nécessaire au développement des bourgeons du pommier, ce

besoin en froid est évalué en nombre d'heures de froid où la température de l'air est inférieure en 7,2°C (45°F). A cette notion de besoins en froid, il faut ajouter la notion des qualités de froid,

Les températures basses d'ordre 2 à 4°C pendant un certain temps peuvent avoir le même effet ou être plus efficaces que des températures d'ordre 6 à 7° C pendant un temps plus long (SAPIN, 1978)

Selon leurs besoins en froid les variétés de pommier sont classées en 3 groupes :

- **Premier groupe** : les variétés à faibles besoins en froid 400 à 600 heures de froid <7.2°C (LLORCA, ANNA, DORSET GOLDEN, PRINCESSA).
- **Deuxième groupes** : les variétés à besoins moyens en froid 600 à 800 heures de froid <7.2°C (GOLDEN DELICIOUS, REINE des REINETTE et la **GALA**).
- **Troisième groupe** : les variétés à besoins élevés en froid plus de 800 heures de froids <7.2°C

➤ **Les températures élevées**

Une bonne mise à fruits de 10 à 20°C, l'action des températures élevées sur la levée de dormance, est nécessaire pour assurer un développement normal (CHAMPAGNAT, 1983)

3-1-2 La pluviométrie

Les régions favorables à la culture de pommier doivent avoir des précipitations entre 600 et 700 mm/an et bien réparties durant l'année (du grossissement des fruits à la maturité).

En Algérie, le pommier prospère dans les zones où l'hiver présente des précipitations entre 400 et 800 mm,

Les apports d'eau complémentaire sont souvent jugés nécessaires dès la fin du printemps et pendant toute la période estivale et les données préconisées sont de 200 à 300 m³/ha (SAPIN, 1978).

3-2 Exigences édaphiques

3-2-1 Choix de l'emplacement du verger

Il est préférable de planter les vergers sur des versants en pente douce avec un bon drainage qui assurera un certain degré de protection contre le gel et les blessures qu'il peut occasionner. Le vent peut avoir des effets néfastes sur la croissance des arbres et le rendement. Par conséquent, si le site est exposé à des vents forts, il convient de planter des brise-vent tout en évitant les endroits où ils risquent de créer des « poches de gelée » en empêchant l'air froid d'être drainé vers l'aval.

3-2-2 Préparation du sol

La santé des plantes et leur nutrition sont très importantes pour la prévention des maladies graves et des problèmes d'insectes. Trop d'azote peut provoquer la croissance excessive de jeunes pousses tendres, ce qui favorise les attaques d'insectes et la maladie, tandis qu'un manque d'azote peut se traduire par une faible croissance végétative plus sujette aux plaies causées par le froid.

Pour obtenir et conserver une saine croissance des arbres, il faut maintenir l'équilibre adéquat entre les macroéléments et les micros nutriments. Il faudrait donc procéder à une analyse du sol du site prévu une ou deux années avant la plantation, cela donne l'occasion de corriger certains éléments nutritifs. Une fois que les arbres ont commencé à porter des fruits, il faut procéder régulièrement à l'analyse foliaire et du sol afin de maintenir des niveaux nutritifs optimaux.

3-2-3 Teneur en matière organique du sol

La matière organique du sol est constituée d'humus, relativement résistant à une décomposition rapide plus poussée et de résidus organiques susceptibles de se décomposer assez rapidement. Le sol d'un verger devrait avoir une teneur en matière organique supérieure à 3 %. On peut l'accroître par la culture d'engrais verts comme le sorgho fourrager, le sarrasin, la luzerne, notamment, ou par un apport de matière organique compostée ou d'engrais. Il ne faut jamais laisser le sol à nu car cela peut favoriser l'érosion et la perte d'éléments nutritifs par le lessivage.

Tous les apports d'engrais doivent être compostés avant leur épandage afin de prévenir la libération possible d'une grande quantité d'azote dans les eaux souterraines. Quarante tonnes d'engrais composté par hectare, qui augmenteront la teneur en matière organique du sol de 1 %, contiennent de 3 à 6 kg d'azote par tonne.

3-2-4 Choix des arbres

Le matériel de pépinière doit être vigoureux ; des arbres de 1 ou 2 ans avec des pousses latérales. Les arbustes doivent être en stade de dormance, sans blessures de gel ou autres et n'avoir jamais souffert de manque d'eau jusqu'à la plantation. Cela prendra environ une année à de bons arbustes d'un an sans pousses ou de deux ans déjà branchus pour porter des fruits. Les arbres en mauvaises conditions sont plus lents à se développer et bien souvent n'égalent jamais les bons arbres sur les plans de la croissance et de la production. A condition qu'ils n'aient aucun autre problème, il y a peu de risques avec des arbustes sortis de la dormance, à moins qu'un temps chaud et sec ne suive de trop près la plantation. Les arbustes abîmés par le gel ou le manque d'eau peuvent prendre plusieurs années à s'en remettre; il faut donc les examiner attentivement à la réception et les rejeter au moindre signe de dépérissement.

3-2-5 La fertilisation

La matière organique et les engrais compostés ont abordée précédemment, mais il arrive que les résultats des analyses de sol et de feuillage ou des symptômes constatés sur les arbres nécessitent l'apport d'autres éléments nutritifs.

La teneur en bore des pommiers est très importante pour l'établissement d'une bonne mise à fruits (nouaison). Les applications foliaires de bore, après analyse du feuillage, peuvent se faire avec une source de bore soluble comme palliatif, mais surveiller avec soin les taux d'application car une trop grande quantité de bore peut brûler les feuilles.

Le développement rapide de nouvelles feuilles, de bourgeons et de jeunes fruits très tôt dans la saison peut entraîner un stress nutritionnel à l'arbre, marqué par une coloration vert pâle du feuillage. Des applications foliaires d'émulsions de poisson 100/3000 l d'eau /ha appliquées au stade du bouton rosé, et 50 l / 3000 l d'eau / ha à la

chute des pétales devraient fournir assez d'azote pour combattre le stress. On recommande également des extraits d'algues en traitements foliaires en vue de remédier à un stress nutritif.

3-3 Taille

3-3-1 Taille de formation

Elle commence l'année de la plantation. C'est une taille qui permet de diriger la végétation dans le but d'obtenir un arbre bien charpenté et équilibré et assurer une récolte régulière (CALVET et GUIRBAL, 1979).

Selon GAUTIER (1988), la taille de formation vise à :

- donner à l'arbre une forme définie,
- obtenir une charpente solide et aérée,
- éviter la dénudation des branches notamment celles de la base.

3-3-2 Taille de fructification

Elle se fait pendant l'hiver, assurant ainsi une bonne luminosité. Elle continue ainsi la formation, la sélection des bourgeons floraux les mieux placés et les mieux nourris et l'émission des rameaux de remplacement.

En général, la méthode la plus appliquée est le Goblet (forme libre) pour des raisons d'ensoleillement intensif.

Les formes palissées sont très appliquées en Europe et ont l'avantage de l'entrée rapide en production et d'obtenir un calibre homogène des fruits.

3-4 Eclaircissage

L'éclaircissage des fruits est une opération qui a pour objectif :

- Obtenir des fruits de bon calibre.
- Améliorer la coloration des fruits.

- Réduire l'alternance.

3-4-1 L'éclaircissage manuel

Pour les rosacées en général, d'après (GAUTIER, 1988), l'éclaircissage manuel est une technique très valable mais nécessite une main d'œuvre très importante sur le pommier et s'effectue tôt après floraison. Le nombre de fruit à conserver est en fonction de la vigueur de l'arbre.

L'éclaircissage manuel est difficile et prend beaucoup de temps et revient cher.

3-4-2 L'éclaircissage mécanique

Ce procédé consiste à faire tomber les fruits grâce aux vibrations propagées par un appareil et transmises à la charpente de l'arbre. On utilise, un vibreur pneumatique ou mécanique en forme de crochet.

La période la plus favorable pour opérer, se situe à la fin de la première phase de grossissement du fruit.

3-4-3 L'éclaircissage chimique

Il consiste à pulvériser les arbres d'une substance chimique capable de ralentir ou d'empêcher la croissance de certains fruits.

L'éclaircissage chimique a pour objectif d'éliminer 80-90% des fruits en surnombre. Dans la plupart des cas, il s'avère nécessaire de compléter à la main pour obtenir les meilleurs résultats. On doit le faire le plus tôt possible.

On y a recourt dans les situations spéciales ou quand les pommiers sont peu nombreux les produits utilisés :

L'ANA : l'acide naptyl -1- acétique est une auxine de synthèse, son efficacité se situe à un bas niveau et présente une bonne régularité.

L'ANA migre facilement du feuillage vers les fruits, une homogénéité élevée favorise son absorption. La lumière solaire par les rayons ultraviolets détruit le produit.

L'éclaircissage avec l'ANA s'effectue quand le diamètre moyen des fruits atteints 9 à 12 mm pour la plupart des variétés justiciables de l'éclaircissage chimique et 8 à 10 mm pour rienette.

Dose 70 à 150 mg du produit commercial par 4 l d'eau selon les variétés, bien mouiller la végétation 1000-1200 l/ha après le traitement les fruits les plus faibles ralentissent leur croissance, seul le fruit central du longueur continue à grossir mais la chute des fruits ne se fait sentir nettement que 3 à 4 semaines après.

L'ANA provoque le flétrissement passager du feuillage.

NAD : Naphtalène acétamide est un dérivé de l'ANA et agit de façon analogue, mais son action se relève plus dense et son efficacité est jugée dans l'ensemble insuffisante en particulier sur les fruits portées par le bois de deux et trois ans en revanche il éclaircit bien les fruits des rameaux d'un an. Il n'exerce pas d'influence dépressive sur la végétation.

Le Carbaryle (SEVIN) est surtout connu en tant qu'insecticide ; ces propriétés d'éclaircissage ont été mises à profit pour éclaircir le pommier.

Le Carbaryle migre en très faibles quantités du feuillage vers les fruits aussi le produit doit-il toucher le fruit lui-même pour agir il en découle que les conditions climatiques qui règnent avant et après son application affectent peu son action.

Le principal avantage du carbaryle est de permettre une intervention tardive notamment sur le bois d'un an.

En effet on intervient entre le 18^{ème} et le 28^{ème} jour après la pleine floraison.

1- Maladies cryptogamiques

1- 1 Tavelures de la pomme (*Venturia inaequalis*)

Le champignon attaque surtout les feuilles en provoquant des taches, les fleurs en desséchant ses différentes parties et les fruits en entraînant des déformations et des craquelures (SCHWALLIER, 2006). Il faut brûler ou ratisser les feuilles mortes des pommiers tombées sur le sol à l'automne ou au printemps. Si on choisit de les ratisser, il faut ensuite les brûler, les enterrer ou préférablement, les composter pendant un an sous une couche de terre afin d'empêcher la dispersion des spores.

Cette méthode peut poser des problèmes à cause des feuilles qui s'envolent dans les haies et deviennent inaccessibles. Une bonne gestion du sol favorisera, par ailleurs, l'activité et les peuplements de vers de terre qui vont rapporter d'énormes quantités de feuilles mortes dans leurs galeries pour les consommer.

1- 2 Brûlure bactérienne (*Erwinia amylovora*)

La brûlure bactérienne est une maladie bactérienne apparaissant, comme une pourriture des ramifications terminales plusieurs semaines après la floraison. La bactérie pathogène est active à des températures se situant entre 18 et 35°C avec une humidité relative de plus de 80 %. Les premiers symptômes sont le flétrissement des rameaux terminaux et des feuilles. L'extrémité des rameaux se courbe en forme de canne et leurs feuilles prennent une coloration brune du pétiole jusqu'à l'extrémité tout en demeurant fermement attachée. Les jeunes fruits des rameaux infectés peuvent contracter la maladie par la tige; ils brunissent, noircissent, se ratatinent mais restent fermement attachés à l'arbre (MONET, 1995).

Quand le temps est chaud et humide, les rameaux, les pétioles et les feuilles ou les fruits vont exsuder des gouttelettes laiteuses qui brunissent et durcissent en séchant. Cet exsudat constitue une source de bactéries qui vont propager l'infection. En dégoulinant, les gouttelettes forment des filaments qui sont transportés par le vent. La pluie, les oiseaux et les insectes, les abeilles notamment, disséminent également les bactéries (SCHWALLIER, 2006).

1- 3 Chancre anthracnotique anthracnose de la pomme (*Glomerella cingulata* ou *Colletotrichum gloeosporioides*) :

Au premier stade de l'infection, des tâches violettes apparaissent sur les rameaux et les petites branches. Elles peuvent également apparaître sur le tronc et les grosses branches des jeunes arbres. Les jeunes pommiers Macintosh y sont particulièrement sensibles; bien que toutes les tâches ne se transforment pas en chancres, celles qui le feront vont ceinturer et tuer les petites branches. On peut intervenir contre les infections légères en coupant simplement les rameaux et les branches portant des chancres (MONET, 1995).

Cette opération doit être effectuée lorsque la période de dormance est bien avancée afin d'éviter l'infection des cicatrices d'élagage. Les spores produites dans les chancres non traités peuvent provoquer une pourriture des fruits analogue à la pourriture gloésporienne (*gloeosporium*).

1- 4 Chancre nectrien (*Nectria galligena*) et chancre gloésporien (*Gloeosporium malicorticus* ou *Neofabraea malicorticus*)

Les chancres nectrien prennent généralement l'apparence d'un œil de boeuf après développement d'une série de cercles concentriques sur le tissu infecté. Les chancres gloésporiens qui se forment comportent des «filaments» de bois ou d'écorce qui les traversent et leur donnent cette apparence de «cordes de violon» (FONT, 1997).

Les chancres gloésporiens se forment souvent aux endroits où se nourrissent les pucerons lanigères du pommier. Il est donc recommandé de lutter contre ce puceron. Les chancres gloésporiens non traités risquent de produire des spores causant une pourriture des fruits. D'autre part, s'ils sont trop serrés sur l'arbre, les manchons de protection contre les mulots peuvent également garder l'écorce des arbres trop longtemps humide, favorisant ainsi l'infection par ces pathogènes et l'apparition des chancres.

1- 5 Pourriture du collet (*Phytophthora cactorum*)

Dans des sols mal drainés, ce champignon pathogène peut causer le pourrissement de l'écorce et l'annelage des arbres au niveau du sol.

Symptômes de la pourriture du collet : coloration violacée du feuillage vers la fin de l'été et pourrissement de l'écorce du collet qui devient molle. Avant de planter

des pommiers dans des sols humides, on doit se préoccuper de bien drainer le terrain, il faut au moins planter les arbres sur des billons (ou crêtes) assez larges pour que le collet et les racines supérieures se trouvent au dessus de la couche du sol humide,

Enlever le sol humide autour du tronc et des racines supérieures, excisez entièrement l'écorce malade et remplissez le trou creusé de graviers. Sur ces sols humides, on ne devrait pas non plus déposer de paillis trop près des troncs car ils risquent de maintenir le sol humide trop longtemps. Éviter par ailleurs de planter des porte-greffes prédisposés à la pourriture du collet comme le MM 106 et limiter les applications d'azote qui pourraient entraîner une croissance excessive de jeunes pousses tendres (SCHWALLER, 2006).

1- 6 Maladies de la replantation

La cause de cette maladie est très mal connue, des champignons, des bactéries, des nématodes et des facteurs liés aux éléments nutritifs peuvent tous contribuer à son développement. Complexe, cette maladie se caractérise par une croissance très ralentie des pommiers plantés dans les emplacements où poussaient précédemment d'autres pommiers. La maladie de la replantation est particulièrement accentuée dans des sols légers sableux. Dans quelques endroits, retirer le vieux sol du trou de plantation et lui substituer du sol frais riche en matière organique ou en mousse de tourbe s'est avéré une solution efficace. Si possible, mieux vaut planter les nouveaux arbres entre les emplacements des arbres précédents (MONET, 1995).

1- 7 Blanc (oïdium) du pommier (*Podosphaera leucotricha*)

Le blanc du pommier se développe sur les jeunes feuilles tendres et apparaît sous la forme d'une fine poudre blanche sur leur surface. Les feuilles infectées se recourbent comme sous l'effet du vent. Lorsqu'on les regarde de loin; on les remarque donc facilement par temps calme. Les infections d'oïdium produisent une peau rugueuse quadrillée à la surface du fruit. Lorsqu'il constitue un problème grave, il peut s'avérer nécessaire de traiter avec une solution de soufre à 90 - 95 % en poudre mouillable à hauteur de 10 kg/ha à intervalles hebdomadaires, depuis le stade de l'ouverture des bourgeons jusqu'à la formation des bourgeons des pousses terminaux. Ne pas appliquer de soufre sur la Délicieuse (FONT, 1997).

2 - insectes ravageurs

On peut classer les insectes ravageurs selon le type de blessures infligées aux cultures, comme ravageurs directs ou indirects et en fonction de la nécessité de lutter contre eux en tant que ravageurs prépondérants, occasionnels ou secondaires. Les ravageurs directs causent des blessures directes au fruit.

Les ravageurs indirects s'attaquent à d'autres parties de l'arbre comme les feuilles, les parties aériennes ou les racines et diminuent indirectement le rendement et la qualité des fruits. Les ravageurs prépondérants sont ceux que l'on trouve annuellement dans la plupart des vergers, qui ne sont pas maîtrisés efficacement par leurs ennemis naturels (prédateurs, parasites et maladies) et que l'on se doit de surveiller régulièrement et de combattre afin de prévenir des pertes économiques notables. Dans un système cultural biologique, c'est également les plus difficile à combattre (SCHWALLIER, 2006).

Les ravageurs occasionnels constituent des problèmes... fortuits parce qu'il arrive, à l'occasion, qu'ils soient combattus efficacement par leurs ennemis naturels ou des conditions climatiques défavorables. Il arrive également qu'ils ne s'attaquent qu'à certaines variétés particulières de pommes ou qu'ils soient combattus efficacement par des traitements destinés à d'autres ennemis des cultures. Par conséquent, cette catégorie de ravageurs n'exige d'être combattue que certaines années. Les ravageurs secondaires sont ceux qui, normalement, seraient efficacement combattus par leurs ennemis naturels, si on n'utilisait pas de pesticides. La lutte naturelle contre ces organismes est très importante puisque ce sont le plus souvent les insectes ravageurs secondaires qui se reproduisent plusieurs fois par saison en très grands nombres - d'où un risque élevé qu'ils deviennent résistants aux pesticides.

2 - 1 Carpocapse (pyrale) de la pomme (*Cydia pomonella*)

C'est un insecte ravageur le plus nuisible pour les pommes. Les carpocapses s'attaquent également aux poires, aux pommettes, aux coings, aux aubépines et aux noix. Les oeufs éclosent après quelques semaines et les larves pénètrent profondément dans les pommes en train de mûrir. Lorsque les chenilles se nourrissent sur la surface des fruits, les dommages infligés consistent en piqûres; elles se nourrissent également en profondeur, en forant des galeries qui peuvent

atteindre le coeur du fruit et à rentrée desquelles on remarque alors de grandes quantités de chiures brunes (excréments de l'insecte).

Parmi les prédateurs naturels du carpocapse de la pomme, on compte une espèce de guêpe, *Trichogramma minutum*, qui parasite les oeufs des Carpocapses et constitue sans doute le plus important chalcidien ennemi de ce ravageur.

2 - 2 Mouches de la pomme (*Rhagoletis pomonella*)

La mouche de la pomme (appelée aussi ver chemin de fer) est sans doute le ravageur le plus nuisible pour la pomiculture car elle est très difficile à combattre, particulièrement pour le fermier biologique facilement identifiable. Les larves éclosent et creusent le fruit provoquant souvent sa chute prématurée. Les larves quittent les fruits et se réfugient dans le sol où elles se nymphose pour survivre à l'hiver (SCHWALLIER, 2006).

Ce n'est pas l'ensemble des nymphes qui éclosent au printemps suivant. Certaines demeurent dans le sol jusqu'au deuxième ou troisième printemps. Les mouches sont attirées par les variétés hâtives de pommes douces comme la Bough Sweet et la Wealthy. La Cortland et la Délicieuse les attirent également et mieux vaut éviter d'en planter dans une pommeraie biologique. Les mouches de la pomme se reproduisent aussi sur les aubépiniers, les pommeliers et les pommiers sauvages que l'ont devrait, si possible, éliminer du voisinage du verger.

2-3 Acariens

On classe les acariens phytophages parmi les Insectes ravageurs secondaires parce que dans des conditions normales, ils seraient tenus sous contrôle par leurs prédateurs à moins que ces derniers ne soient victimes de pesticides comme le soufre ou divers pesticides synthétiques. Les acariens ravageurs lacèrent les cellules extérieures des feuilles, ce qui provoque une importante perte d'humidité et l'interruption de la photosynthèse. Cela peut accroître les risques de chute prématurée des fruits et diminuer leur qualité : les pommiers sont plus petites, décolorées, moins fermes et présentent un degré d'acidité et une teneur en sucre plus faibles. D'autre part, elles se conservent moins bien (MONET, 1995).

Les acariens les tétranyques rouges (acariens rouges) (*Panonychus ulmi*) en particulier peuvent causer des pertes importantes inattendues sur le plan de la qualité des fruits et de leur chute prématurée, ils sucent les sucs des feuilles, et en

grand nombre, peuvent provoquer leur décoloration, leur fanage et leur chute, ils peuvent même parvenir à affaiblir un arbre au point de réduire la taille des fruits et de provoquer leur chute (SCHWALLIER, 2006).

2- 4 Pucerons

Il y a quatre types de pucerons courants dans les pommiers: le puceron rose du pommier (*Dysaphis plantaginea*), le puceron vert du pommier (*Aphis pomi*), le puceron lanigère du pommier (*Eriosoma lanigerum*) et le puceron des graminées (*Rhopalosiphum fitchii*). Ces insectes de près de 4 mm de long n'ont pas d'ailes pendant la majeure partie de la saison, Comme leur nom l'indique, la couleur des pucerons rosés va de violet sombre à rosé, ils sont dotés de longs tubercules (appelés également cornicules, 2 protubérances tubulaires situées sur la partie postérieure du dos) par lesquelles ils excrètent le miellat. Comme ils sucent la sève des feuilles, cette perte d'énergie de la plante peut causer des dommages aux fruits. Le puceron rosé du pommier peut finir par constituer une sérieuse menace, particulièrement sur les variétés de Cortland, de Gravenstein et d'Idared, et provoquer des déformations et l'arrêt de la croissance des fruits.

2 - 5 Tordeuse paie du pommier (*Pseudexentera mall*)

Les petites larves vertes éclosent à la fin mai et se nourrissent sur ses points végétatifs des bourgeons terminaux. Lorsque les feuilles se développent, les larves tissent un voile qui colle une feuille au côté d'une pomme ou d'une grappe de fruits, puis mangent une bande verticale le long du fruit. Cet insecte est un autre phytophage qui s'abrite à l'intérieur de feuilles roulées et qui est donc difficile à combattre. Ce ravageur provoque les dégâts les plus importants lorsqu'il se nourrit des bourgeons terminaux des jeunes arbres non productifs, il peut alors ralentir leur croissance ou les déformer et rendre difficile le développement d'une bonne structure. Comme pour l'arpenteuse tardive, des applications au début du printemps de *Bacillus thuringiensis* peuvent être efficaces (BAILLY, 1990).

2 - 6 Cicadelle blanche du pommier (*Typhlocyba pomaria*)

Les jeunes nymphes sont d'un blanc pâle avec des yeux d'un rouge terne et mesurent de 1 à 1,5 mm de long. Les yeux deviennent blancs puis d'un blanc crémeux chez les adultes qui peuvent atteindre 3 mm de long. Les adultes replient

leurs ailes et se déplacent très rapidement. Les oeufs de la Cicadelle hivernent sous l'écorce des ramilles, ils éclosent au stade du bouton rosé et les adultes apparaissent en juin. Une seconde génération émerge en août. Des traitements localisés en pulvérisation à haute pression d'un savon insecticide pourraient être nécessaires (BAILLY, 1990).

2 - 7 Mineuse marbrée (*Phyllonorycter blancardella*)

Les adultes émergent de leurs cocons sur le sol du verger à l'époque du débourrement et pondent leurs oeufs sur la face inférieure des nouvelles feuilles. Pendant les premiers stades larvaires, elles se contentent des sucres végétaux mais elles commencent ensuite à miner des galeries entre les deux épidermes du limbe des feuilles. Les mines sont toilées à l'intérieur; à mesure qu'elles se dessèchent, les feuilles se plissent en forme de tentes à l'intérieur desquelles les larves se nymphosent. Des traitements s'imposent si on observe une mine active ou plus par feuille, en moyenne (MONET, 1995).

2 - 8 La Zeuzère (*Zeuzera pyrina* L.)

La zeuzère du pommier est un insecte de l'ordre des lépidoptères, dont la larve se développe dans le bois des branches et du tronc de plusieurs espèces d'arbres fruitiers. Ce ravageur provoque des dégâts importants notamment sur le pommier et le poirier.

L'insecte adulte est un papillon de 50 à 60 mm environ d'envergure chez la femelle, les ailes sont blanches, décorées de taches bleuâtres. Le thorax blanc porte six taches bleues. Le mâle, plus petit, fait 35 à 40 mm d'envergure. La larve est une chenille de 50 mm de long environ au corps jaune vif marqué de petits points noirs.

Tableau 5: Seuils et périodes de traitement optimal prévus pour plusieurs insectes ravageur de la pomme.

Seuil d'infestation	Période de traitement optimal prévu	Ravageurs
Moyen (de 2-3 chenilles par 20 bouquets par arbre sur 5 arbres)	Début de la division du bourgeon	Pucerons rose du pommier
1 colonie par mètre d'hauteur d'arbre	Début de la chute des pétales à fin juin	Puceron rose du pommier
10% de branche terminales infestées	Juillet à août	Puceron vert du pommier
8 par 20 couples sur une branche maîtresse	Début de la chute des pétales	Punaise brune du pommier
1 sur feuille (1^{ère} génération) 2 sur feuille (2^{ème} génération)	Début de la chute des pétales	Cicadelles blanches du pommier
1 adulte/verger (appât protéinique + plaquette adhésif jaune)	Mi-juillet -- mi-août	Mouche de la pomme
40-10-male par piège	Début juillet Mi-juillet	carpocapse de la pommel
1 Mineuse vivantes par feuille	De mi à fin juillet	Mineuse marbrée
20-10-15 tétranyque par feuille	Mi juin, mi-juillet, mi août	Tétranyque rouge du pommier
1 Zeuzère (dans les tiges)	Traitement mécanique de septembre à juin.	Zeuzère

- Récolte et conservation

Le stade maturité des fruits à la récolte à une influence déterminante sur leur aptitude à la conservation et leur qualité finale. Les cultures trop précoces ou trop tardives sensibilisent les fruits à divers désordres physiologiques ou maladies fongiques susceptibles de se développer en cours d'entreposage. Le stade optimum correspond au moment où le fruit a constitué son potentiel de réserve et entame sa production d'éthylène. Cette «hormone de maturation» dont la synthèse s'accroît rapidement et va progressivement conduire le fruit vers sa sénescence.

Les méthodes de détermination de la date de récolte optimale sont nombreuses, observation de la couleur de fond, test amidon, mesure de la fermeté et de l'éthylène interne. Il est souhaitable de suivre régulièrement l'évolution des différents paramètres à l'approche de la maturité et de fonder sa décision sur la pratique simultanée de plusieurs tests. Les tests au verger s'effectuant par le prélèvement sur au moins 5 arbres de charge moyenne, à hauteur d'homme sur les 4 faces de l'arbre, en évitant les fruits les plus exposés et ceux situés à l'intérieur de la couronne. L'entreposage frigorifique permet de retarder la commercialisation des pommes de 3 à 9 mois selon les variétés et les conditions de stockage.

❖ La récolte

- Réserver la longue conservation au lot récolté au stade optimum du verger à la station.
- Raccourcir les délais récolte / entrée en chambre froid, éviter les séjours prolongés des fruits en bord de verger ou sous hangar.

Il existe deux types d'entreposage frigorifique :

- L'entreposage à froid normal (0 à +2°C) avec une hygrométrie de 85-90%.
- L'entreposage en atmosphère contrôlée type ULO (Ultra Low Oxygène) très basse teneur en Oxygène

L'ULO donne des résultats en ce qui concerne le maintien de la fermeté et de l'acidité mais les pommes perdent une de leur arôme. Celui-ci se reconstitue partiellement lors de retour en atmosphère normale au bout d'une à deux semaines.

Il semblerait toutefois qu'après une conservation de six mois en ULO. La durée de vie des fruits à température ambiante sort relativement courts (apparition des brunissements de sénescence et des flétrissements).

- Du verger à l'expédition : quelques points essentiels pour préserver la qualité des pommes.

- Porter une attention particulière à l'équilibre végétatif, éviter de conserver sur une longue période les fruits provenant d'arbres déséquilibrés (faibles charges, vigueur excessive) et aussi les fruits provenant des jeunes arbres.

- En situation de sensibilité variétale à quelques parasites de conservation contre les pourritures; ne pas oublier la désinfection préalable des locaux de stockage.

❖ **Entreposage**

- Identifier les lots selon leurs caractéristiques à la récolte et prévoir un planning de stockage en conséquence.

- Refroidir rapidement : abaisser la température au coeur du fruit en 24 à 28 heures au plus après la récolte.

- Abaisser l'oxygène à 4 - 5% en 48 heures par balayage à l'azote si l'entreposage est effectué en atmosphère contrôlée.

- Respecter les conditions d'entreposage pour chaque variété, température, Teneur en oxygène (O₂), teneur en gaz carbonique (CO₂).

- Effectuer périodiquement des prélèvements de fruit (une fois par mois), afin de suivre révolution qualitative (maladies de conservation, évolution de la fermeture),

❖ **Avant et pendant l'expédition**

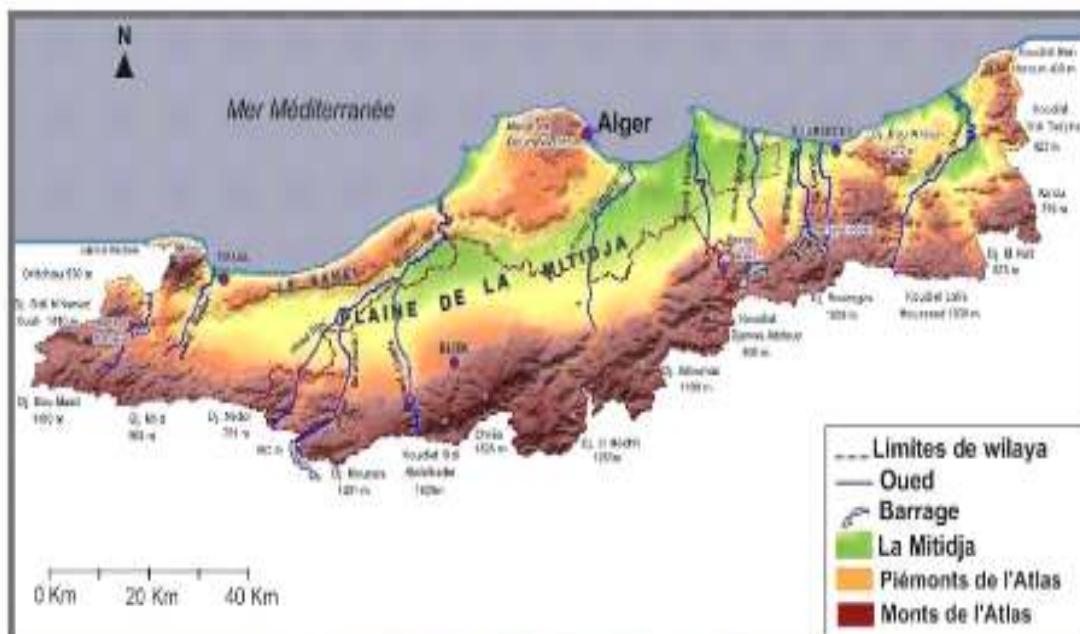
Eviter les attentes excessives dans les locaux de conditionnement et de pré-expédition, surtout après un entreposage de longue durée. Pas plus de 2 à 3 semaines entre ouverture des chambres froides et l'expédition.

1 - Présentation de la zone de MITIDJA :

Avec une superficie totale de 1400 km² et une superficie agricole de 120.000 ha à 130.000 ha, la plaine de la Mitidja englobe les wilayas d'Alger, Blida, partiellement celles de Tipaza et Boumerdes. Cette plaine est une dépression longue d'environ 100 km sur 15 à 20 km de large resserrée entre l'Atlas Blidéen au sud et le sahel au Nord, elle est largement ouverte sur la mer, sur une trentaine de kilomètres. Dans sa partie ouest, les collines du sahel entrent au contact du massif montagneux de Chenoua (Tipaza. 905 m) et rejoignent les premières hauteurs de l'Atlas (djebel Thebarrarine au sud, 853 m).

La plaine de la Mitidja descend en pente douce du sud au nord, de l'Atlas vers les collines. Cinquante mètres seulement entre Ahmeur-el-Ain et le fond du lac Halloula. De l'extrémité ouest d'Alger, sur 70 km, la plaine ne communique avec la mer que par l'intermédiaire de l'oued Nador et 40 km plus loin par le Mazafran.

Comme la présente la figure 6, on peut définir quelques éléments délimitant la plaine de la Mitidja partant du Sud vers le Nord :



Source : Google.

Figure 7 : situation géographique de la Mitidja.

2 - Présentation du milieu d'étude :

Le verger expérimental se trouve dans la Daira de l'Arbaa à environ de 10 Km du centre de la ville (exactement dans l'ex. DAS CHERGUI Rabah)

La ville de l'Arbaa est située au sud de la Wilaya d'Alger et à une distance de 25 Km de la mer.

Elle est limitée au Nord par la commune d'El-Harrach, à l'Est par la commune de Meftah, à l'Ouest par la commune d'Ouled Slama et au sud par la commune de Tablat (Médéa) (Figure7).

L'Arbaa occupe une position importante dans la plaine de Mitidja (AHMED MESSAOUD A., 1989), Cette région est caractérisée par un climat méditerranéen à étage bioclimatique sub-humide avec un hiver doux et pluvieux et un été chaud et sec.

Le verger de pommier s'étend sur une superficie de 5 hectares composée de deux variétés :

- La variété principale : Gala Royal.
- La variété pollinisatrice : Red Top Spur (01 rangée sur 10).

Les deux variétés sont greffées sur le porte-greffe de cognassier (BA29) caractérisé par sa vigueur, des racines traçantes, de fructification rapide et qui produit des fruits de qualité.

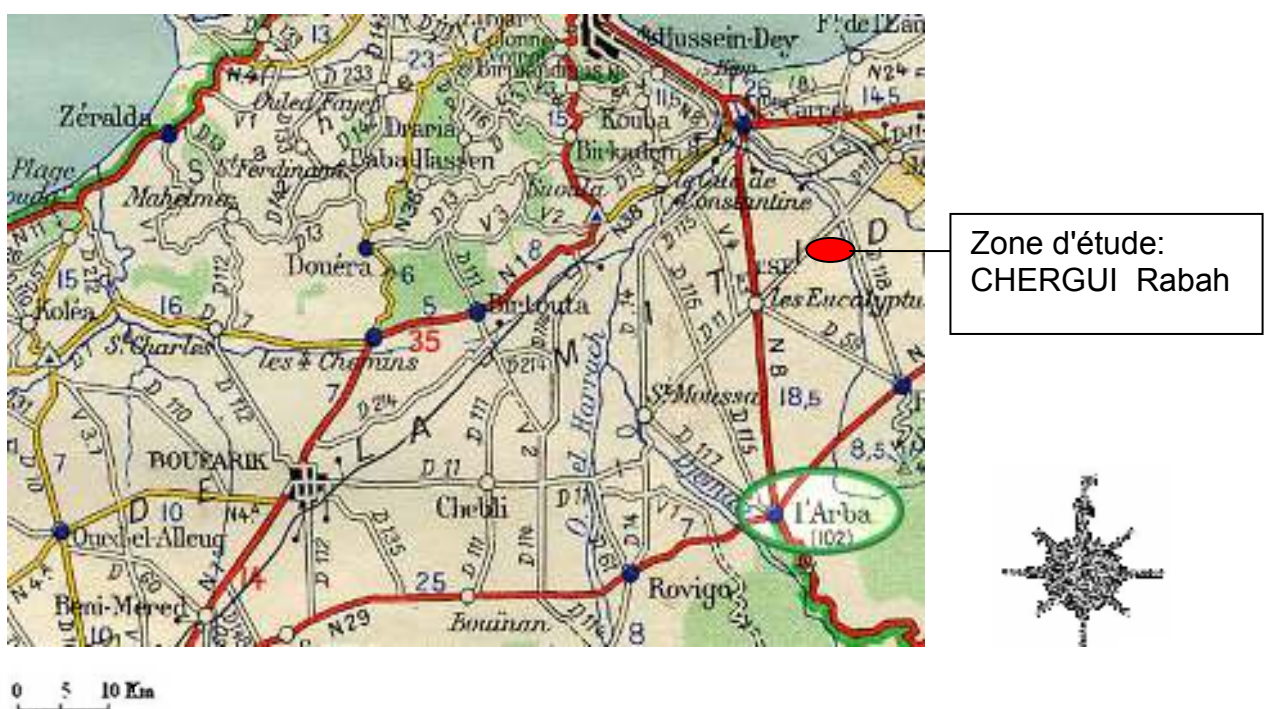


Figure 8 : Limites géographiques de la zone d'étude .

3- Données climatiques

Les méthodes d'étude de milieu sont basées sur les investigations climatiques et édaphiques qui ont une influence directe sur le comportement de l'espèce. La connaissance des conditions climatiques est nécessaire à la réussite d'une étude agricole. Les données climatiques proviennent de la station météorologique de maison blanche (Dar El Beida).

3-1 Caractéristiques climatiques

La région de la Mitidja est soumise à un climat méditerranéen caractérisé par deux saisons :

- l'une à climat doux et humide, allant de novembre à avril,
- l'autre chaude et sèche, s'étendant de mai à octobre.

L'automne est humide et doux, l'hiver et le printemps sont modérément pluvieux et relativement froids. L'été est généralement chaud et sec.

Vu l'influence du climat sur la dynamique des populations des insectes, il est intéressant de donner un aperçu sur les fluctuations climatiques à savoir les températures et les précipitations.

3-1-1 La Pluviométrie

La pluie est la principale source d'eau atmosphérique. La pluviométrie de la période décennale 2003/2013 relevées à la station météorologique de Dar El Beida et celle de l'année 2013/2014 relevées à la station météorologique de l'aéroport de Dar El Beida, montrent que la répartition de la pluviométrie est extrêmement irrégulière à travers les années.

Les pluies débutent souvent en septembre et les mois les plus pluvieux sont : Octobre, novembre, Décembre, Janvier, Février, Mars, Avril, et les plus secs sont: Juin, Juillet, et Août.

Pour la campagne 2013/2014, nous avons enregistré une moyenne de 518.11mm de pluie d'octobre à mai, les mois les plus pluvieux sont : décembre (116.5mm), janvier (55.4mm), février (76.5mm), mars (108.20mm). Les autres mois sont moins pluvieux.

Si l'on compare les besoins en eau du pommier préconisés par GAUTIER (1988), qui sont de 650 à 700 mm avec la moyenne des précipitations pendant dix

ans (574mm), on peut dire qu'il y aurait un faible déficit qui peut être compensé par l'irrigation d'appoint durant les périodes sèches.

Nous notons que pour la campagne 2013/2014 une somme de 518.11 mm de pluie de la période allant d'Octobre jusqu'à Juin, semble insuffisante pour le pommier mais, d'après nos observations durant la période d'étude, nous avons remarqué une végétation très importante, ce qui signifie que ces données climatiques sur la pluviométrie sont très relatives, en les comparant par les fortes pluviométries observées durant cette année, ainsi nous avons trouvé d'après une autre source (aéroport de Dar EL-Beida) que le total de pluviométrie d'octobre à juin est de 518,11 mm dans la région d'Alger. Ainsi que les autres précipitations (brouillard, grêle, gelée) jouent un rôle plus ou moins important dans l'humidification du sol qui fait augmenter le taux de précipitations. Aussi, la nature du sol et l'itinéraire technique interviennent dans la gestion de l'irrigation, et son déclenchement est lié au ressuyage du sol, et les quantités d'eau enregistrées implique que les besoins en eau d'irrigation seraient réduits.

Donc il y aurait un faible déficit durant cette campagne qui est comblé par des irrigations d'appoint les mois de Mai et Juin.

Tableau 6 : Moyennes mensuelles de précipitation de l'année 2013/2014.

mois	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Total
P (mm) 2013- 2014	50.5	50.5	116.2	55.4	76.5	108.21	32.4	27.4	01	518.11
Nombre de jours	03	07	10	11	13	12	09	12	01	78

(Station météorologique Dar El Beida 2014).

3-1-2 Température

Températures minima et maxima

D'après le tableau 7 et la figure 9, nous remarquons que les températures moyennes mensuelles de la campagne 2013/2014 et celles de la période décennale 2003/2013 vont dans la même allure durant la période d'octobre à décembre.

Par contre, durant la période de janvier à avril, les températures moyennes mensuelles de la campagne 2013/2014 sont légèrement supérieures à celles de période 2003/2013.

De ce fait, la période hivernale de la campagne 2013/2014, allant du mois de décembre jusqu'en mois mars, est la plus froide mais elle est insatisfaisante pour la variété étudiée.

Tableau 7 : Moyennes mensuelles des températures minimales et maximales enregistré durant la période décennale 2003/2013 et celle de la 2013/2014.

Mois	Moyenne des minima (m) en C°	Moyenne des maxima (M) en C°	(M+m)/2	
	2003/2013	2003/2013	2003/2013	2013/2014
Octobre	13.85	27.93	20.89	20.76
Novembre	8.96	24.94	16.95	17.37
Décembre	6.26	20.74	13.50	14.56
Janvier	4.06	16.16	10.11	12.12
Février	4.33	17.11	10.72	13.62
Mars	6.60	21.38	13.99	14.31
Avril	9.66	20.90	15.28	16.30
mai	12.18	26.66	19.42	20.45
juin	18.74	28.58	23.66	20.40

(Station météorologique Dar El Beida 2014).

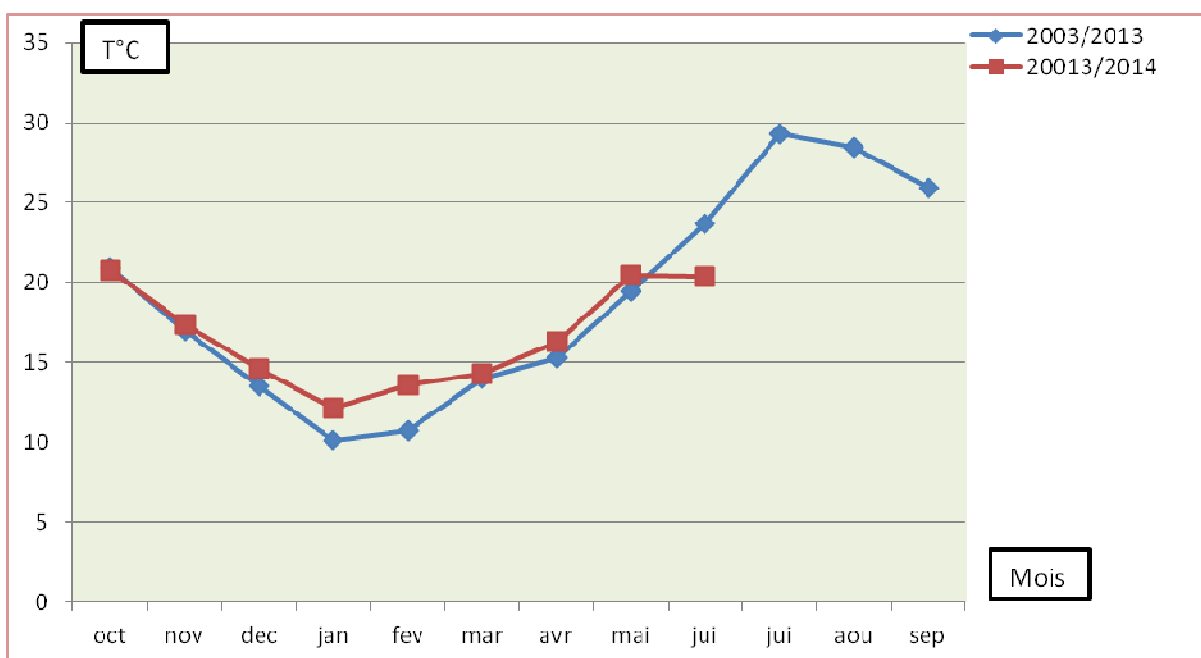


Figure 9: Evolution des températures moyennes mensuelles durant la campagne 2013/2014 et celles de la période décennale 2003/2013.

A partir du mois d'avril, nous constatons que les températures moyennes mensuelles de l'année 2013/2014 et de la décennie 2003/2013 commencent à augmenter au fil des mois jusqu'à septembre, qui favorisant ainsi l'évolution normale des bourgeons, après une période de dormance hivernale, nécessitent des températures relativement élevées pour assurer une bonne croissance et une bonne maturité des fruits.

Selon CHUINARD (2001), les critères de bon butinage des abeilles des ruches sont :

- $T^{\circ} > 12^{\circ}\text{C}$
- Pluie = 0
- Radiations solaires $> 0.3 \text{ w/m}^2$

Les températures printanières de cette année sont favorables dans la régulation de la sortie des abeilles des ruches et donc la fécondation.

3.1.3 Les accidents climatiques :

Tableau 8 : les accidents climatiques durant la campagne 2013/2014 (jour / mois).

Mois	Grêle	Sirocco	Vents forts	Gelée
Octobre	00	00	02	00
Novembre	03	00	01	04
Décembre	01	03	04	06
Janvier	00	00	07	00
Février	00	01	06	02
Mars	01	00	01	04
Avril	00	00	02	00
mai	02	00	01	00
juin	00	02	00	00
Total	07	06	24	16

(Station météorologique Dar El Beida 2014).

Pour cette campagne (2013/2014) dans la période de floraison jusqu'à la récolte, nous avons enregistré huit jours entre vents violents et sirocco entre février et mars et dont 6 jours en mars mais sont sans incidence néfaste sur la floraison car les arbres étaient en repos végétatif et la floraison n'a débuté que le 26 mars. Même dans le cas où les vents étaient violents ils ne peuvent causer des dégâts conséquents puisque les fleurs ne sont qu'au stade C (débourrement).

En mars, la gelée n'a pas causé vraiment des dégâts sur l'arbre. Nous avons enregistré 2 jours de grêle pendant le cycle de développement des fruits qui n'ont pas cause de dégâts sur les fruits.

En Avril il n'y a pas vraiment d'accidents considérables enregistrés, sauf qu'on a enregistré 2 jours de vent forts dépassant les 70 km/h et 1 journée au mois de mai et au moment de floraison qui causer des chutes des fleurs et agissent aussi sur le taux de nouaison, la coïncide avec la phase de floraison, entraîne chute des fleurs et des jeunes fruits.

Les 2 jours de sirocco du mois de juin ont entraîné une perte de fruits par chute dite naturelle (chute physiologique de juin).

3-2 Synthèse climatique

A l'aide du diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN et du climagramme pluviométrique d'EMBERGER, nous allons dégager certaines caractéristiques du climat de la région d'étude à partir duquel on peut interpréter les résultats du terrain.

❖ Diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN

Le diagramme ombrothermique est utilisé pour refléter une image de synthèse sur le climat. Ce diagramme a été réalisé avec les données relevées au niveau de la station météorologique pour l'année 2013/2014.

Selon BAGNOULS et GAUSSEN le mois sec est défini par la somme des précipitations moyennes exprimées en (mm) et inférieur ou double de la température de ce mois ($P \leq 2T$).

L'examen du diagramme montre une variation assez marquée de la pluviométrie annuelle au cours de la période allant d'Octobre à Juin d'où la constatation d'une saison froide et humide allant d'octobre à mai et une saison chaude et sèche de juin à août.

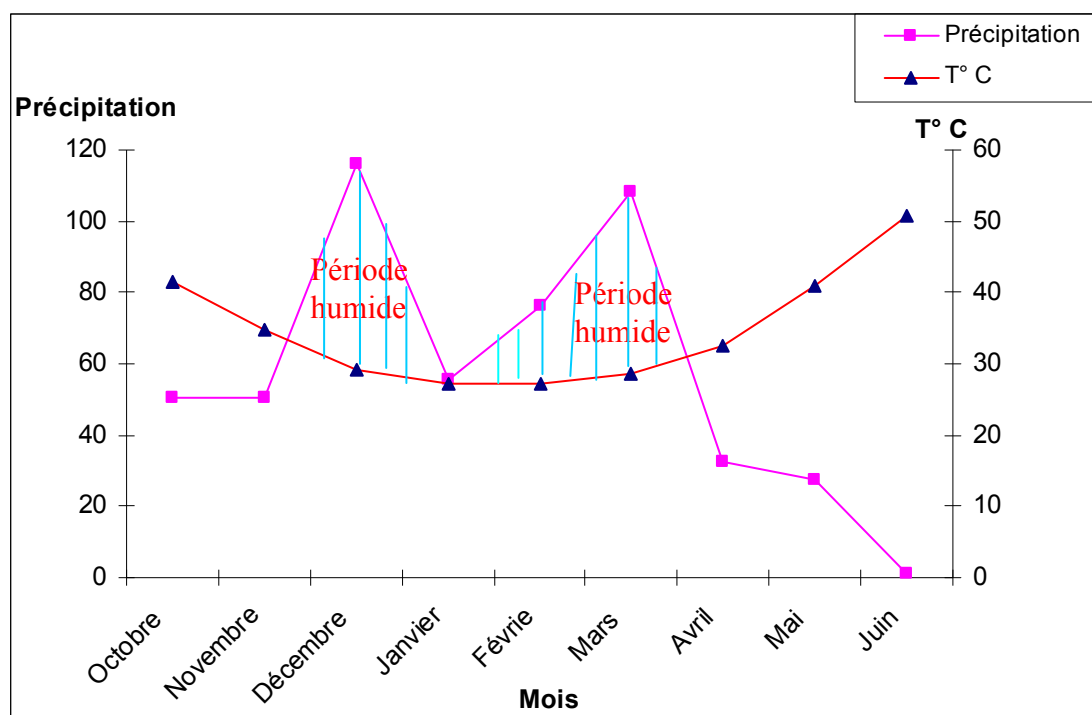


Figure 10: Diagramme Ombrothermique de l'année agricole 2013/2014.

4- Calendrier des techniques culturales

Les travaux réalisés au niveau de verger durant la campagne 2013-2014 se présentent comme suit :

4-1 La taille

Le verger âgé de 9 années est régulièrement taillé en Goblet à quatre charpentières avec des sous charpentières qui portent les branches fruitières. Ces dernières sont réparties de façon à assurer le meilleur équilibre et un meilleur éclaircissement possible. La période de taille s'est échelonnée de la mi-décembre à mi-janvier soit en période de repos végétatif.

4-2 Travaux de sol

Les travaux de sol dans ce verger sont effectués par des passages réguliers de cover-crop de type 8/16 et dont la cadence est déterminés par la présence des mauvaises herbes. Ces opérations culturales ont pour objectif de détruire les mauvaises herbes entre les lignes et entre les arbres 2 fois/an à l'aide d'un rabatteur qui est fait entre la période de floraison et celle de la récolte. Aussi l'opération de passage de cover-crop intervient dans la brise de capillarité et donc d'économie d'eau.

A la veille de la récolte, le sol est maintenu enherbé pour protéger les fruits contre le contact du sol nu et le soleil (ceci entraîne la perte du rendement).

4-3 Fertilisation

La fertilisation est faite comme suit :

- Octobre-Novembre : il y a eu un apport de 95Kg/ ha d'azote sous forme de sulfate d'ammonium à 21% soluble dans l'eau, soit 20 UF et donc 16g/arbre.
- Durant la période de grossissement des fruits jusqu' à la récolte, il y a un apport de 140Kg/ ha de solu-potasse, subdivisé au cours de cette période. Cet engrais est appliqué seul ou combiné avec un engrais azoté simple (sulfate d'ammonium 21%) de 150 Kg.
- Apports d'azote combinés avec des traitements chimiques (traitements phytosanitaires), par pulvérisation d'une quantité de 10 Kg/1000 l qui fait englober 100Kg (engrais azoté simple urée 46%).

4-4 L'irrigation

L'irrigation s'effectue par rigole (c'est à dire par gravité). Elle débute après la floraison, puis la cadence est augmentée au fur à mesure avec le grossissement des fruits et ce jusqu'à la récolte.

4-5 L'éclaircissage

L'opération d'éclaircissage n'étant pas maîtrisée chimiquement, nous avons le faire manuellement, il consiste à supprimer sur chaque organe fruitier un certain nombre de fruits qui sont moins favorisés sur le plan nutritif à savoir; les petits fruits, les doubles et ceux portés par les organes faibles. Il permet de mieux organiser la charge de l'arbre de manière à laisser un nombre bien déterminé de fruits par rameau ou brindille.

4-6 Traitements phytosanitaires

Le programme des traitements phytosanitaires est réalisé pendant la Campagne 2013-2014 :

Tableau 9 : calendrier des traitements phytosanitaires (campagne 2013-2014).

Date	Maladie et agent causal	Produits utilisés	Dose/ha
Janvier - février	Champignons et Parasites	Bouille bordelaise	01.5 Kg.
28-03-2014	Tavelure (<i>Venturia inaequalis</i>)	Syllite	01.7 l
23-04-2014	Oïdium (<i>Podosphaera leucotricha</i>)	occidor	0.5 à 1 l
01-05-2014	Puceron+Tavelure	Mospilan	750g
13-05-2014	Puceron+mineuses+tordeuses	Punch+karate	250ml + 500ml
23-05-2014	Tavelure	TMTD+Thiovite	2.5Kg + 2.5Kg
30-05-2014	Tavelure+oïdium	TMTD+ Benomyl	2.5 Kg + 600 g
11-06-2014	Tavelure+Puceron	Anvil+Mospilan	1 l +750 g
17-06-2014	Tavelure+oïdium+ Puceron + mineuses+tordeuses	Anvil+Mospilan	1 l +750 g
23-06-2014	Champignons et Parasites	Bouille bordelaise	12 Kg
30-06-2014	Champignons et Parasites + insecte	Benomyl	600 g

1- Matériel végétal :

Le matériel végétal utilisé dans notre étude se limite à une seule variété de pommier ROYAL GALA, c'est une variété à besoins moyens en froid (600-800 heures <7.2°C).

La Gala est une pomme rouge issue du croisement entre la Kidd's Orange Red et la Golden Délicieuse. La variété a été créée en Nouvelle-Zélande dans les années 1920 par le pépiniériste J.H. Kidd.

Les pommiers Gala sont des arbres moyennement vigoureux. Ils produisent de nombreux bourgeons actifs et nécessitent d'importantes interventions d'extinction si on veut éviter de n'avoir des fruits qu'une année sur deux (alternance).

La variété a une croissance végétative post-récolte plus importante sous climat chaud (méditerranéen) que sous climat plus frais (océanique), ce qui peut rendre la maîtrise de l'alternance plus difficile. Ils sont assez sensibles à la tavelure du pommier et au feu bactérien. Elle est bonne pollinisatrice et elle est pollinisée par Red Top Spur, Fuji, James Grieve.

La floraison débute en février après la satisfaction, plus ou moins, des besoins en froid. L'époque de maturité se situe entre la fin juin et le début juillet. Un été chaud induit une maturité précoce. Le fruit est de couleur rouge orangé à rayures verticales, elles résistent bien aux chocs bien qu'elles aient une peau très fine. C'est une pomme très sucrée, faiblement acide avec une petite pointe d'amertume, ferme et juteuse, d'un poids moyen de 135 à 180g et possède une bonne aptitude au transport et la durée de conservation à plus de huit mois.

La variété étudiée est greffée sur le cognassier (BA 29), c'est un porte-greffe qui accepte les sols calcaires (<12%). La plantation s'est effectuée durant l'année 2001. Elle est pollinisée par Red Top Spur.

La distance entre les arbres est de 2 m et 4 m entre les rangées. Dix arbres sont choisis aléatoirement dans les deux parcelles étudiées, c'est-à-dire dix arbres sur deux types de sol différents. Sur chaque arbre quatre rameaux sont étiquetés selon les quatre points cardinaux (dispositif expérimental)

Pour le choix des arbres il a été fait aléatoirement pour les deux types de sol. On a choisi 10 arbres pour le 1^{er} type de sol (sol1) et 10 arbres pour le 2eme type de sol (sol2).

Les arbres choisies on été plus prêt de la variété polinisatrice Red-top-spur pour assure une bonne pollinisation des fleurs de nos arbres étudiés vu que ce verger ne dispose pas des ruches des abeilles pour assure la pollinisation.

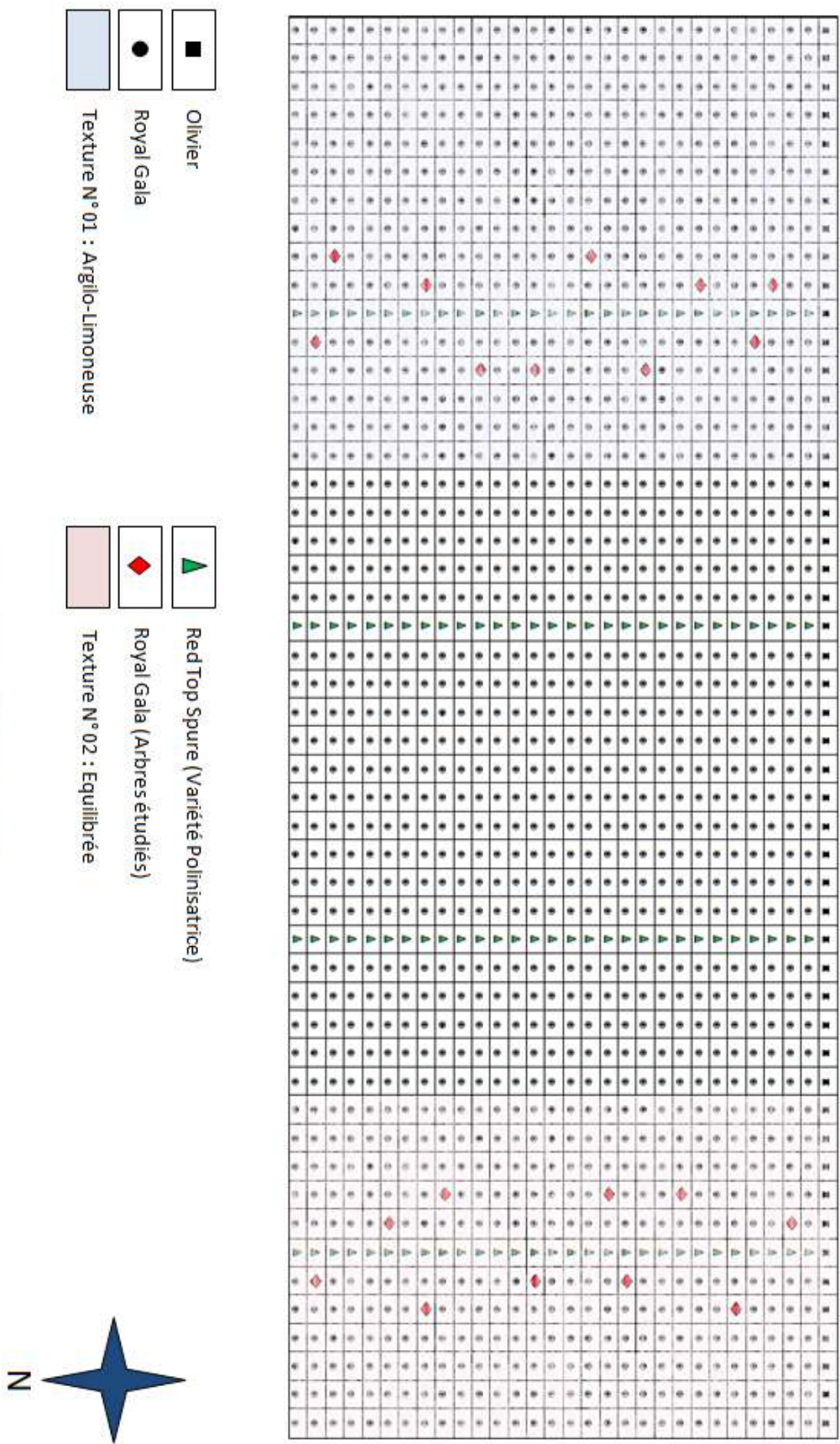


Figure11 : Plan parcellaire

2- Méthode d'étude

L'étude consiste à observer et à suivre les caractères qualitatifs et quantitatifs agronomiques de la variété. Durant la période d'étude, nous nous sommes intéressés à l'influence des conditions pédoclimatiques sur le débourrement, la floraison, la nouaison, et la grossissement des fruits.

2-1 Etude de sol

Il est nécessaire pour un arboriculteur de connaître les constituants physiques et chimiques du sol afin de réussir son exploitation.

Nous avons donc jugé utile et nécessaire de procéder à des analyses physico-chimiques.

2-2 Observation et suivi sur le terrain

2-2-1 Observations relatives au débourrement et à la floraison

Nous avons compté le nombre des bourgeons qui ont donné des fleurs et ceux qui n'ont pas fleuri. Aussi, nous avons compté le nombre de bouquets floraux et le nombre de fleurs par rameau déjà marqué et étiqueté. Sur chaque arbre étudié, nous avons pris 4 rameaux (un rameau par côté).

Le débourrement commence par le gonflement des bourgeons lorsque les écailles s'écartent (stade C).

$$\% \text{ de débourrement} = \frac{\text{Nombre de bourgeons débourrés}}{\text{Bourgeons totaux sur le rameau}} \times 100.$$

$$\% \text{ de floraison} = \frac{\text{Nombre de fleurs épanouies}}{\text{Nombre de boutons floraux}} \times 100.$$

2-2-2 Observations relatives à la nouaison et à la chute des fruits après nouaison

Nous avons compté le nombre de fruits noués pour le comparer au nombre de fleurs et ainsi déterminer le taux de nouaison et nous avons aussi compté le nombre de fruits chutés pour déterminer le taux de chute.

$$\% \text{ de nouaison} = \frac{\text{Nombre des fruits noués}}{\text{Nombre des fleurs}} \times 100.$$

$$\% \text{ de chute des fruits} = \frac{\text{Nombre des fruits noués} - \text{Nombre des fruits restants}}{\text{Nombre total des fruits}} \times 100$$

2-2-3 Dynamique de croissance des fruits

Nous avons suivi la croissance des fruits en marquant trois fruits par rameau ce qui donne 12 fruits à suivre par arbre. Les mesures de diamètre des fruits ont été faites à l'aide d'un pied à coulisse. Les mesures sont effectuées tous les 8 jours depuis le stade de jeune fruit jusqu'à la maturité.

2-2-4 Récolte et estimation des rendements

Il y a plusieurs méthodes qui permettent de déterminer la date optimale de récolte des pommes. Celles basées sur l'aspect du fruit, couleur des pépins, indice réfractrométrique, celles basées sur les propriétés physiques, et celles qui repose sur la durée relativement constante de la période de développement des fruits sur l'arbre (PLANCHAN et *al.*, 2003).

La récolte s'effectue tôt le matin dans des plateaux ou des clayettes en plastiques disposés au pied des arbres. Les fruits récoltés sont pesés et dans la production de chaque arbre nous prenons un échantillon de 8 fruits (deux fruits de chaque rameau) qui sera mis en sachet étiqueté et conduit au laboratoire pour effectuer des analyses sur les propriétés physiques de la variété (poids moyen des

fruits, nombre moyen des fruits par kilogramme) la production de chaque arbre étudié est pesée pour pouvoir estimer le rendement.

2-2-5 Etude et travail au niveau de laboratoire

2-2-5-1 Poids moyen des fruits :

Pour chaque arbre, nous avons pesé 8 fruits, la moyenne sera considérée comme le poids moyen d'un fruit.

2-2-5-2 Nombre moyen des fruits par kilogramme :

Pour chaque arbre étudié, après avoir pesé les fruits, nous dénombrons le nombre de fruits par Kg afin de déterminer le nombre moyen de fruits par Kg.

2-2-5-3 Nombre moyen des pépins par fruit :

Ce nombre est obtenu par le comptage de tous les pépins contenus dans un fruit.

1- Interprétation des résultats de l'analyse du sol:

Les analyses physico-chimiques effectuées pour identifier le sol de notre parcelle d'étude ont été faits au niveau de laboratoire de pédologie du département d'agronomie.

Un profil pedologique de 130 cm été réalisé, les interprétations des défèrent horizons pour les deux prélèvements sont développés dans le tableau 10.

Pour la détermination des horizons, nous nous somme basé sur :

- la couleur du sol
- la densité des racines
- présence ou l'absence des cailloux
- l'activité biologique.

Nous avons remarqué des changements dans les défèrent horizons et nous avons prélevé un échantillon pour chaque horizon :

Horizon 1 : de 0 à 30 cm.

Horizon 2 : de 30 à 70 cm.

Horizon 3 : de 70 à 130 cm.



Figure 12 : Profil pedologique de la zone étudiée.

Tableau 10 : Résultat des analyses du sol :

	Profondeur en cm	Granulométrie				Caractéristiques chimiques						
		Limons %	Argiles %	Sables %	Classe texturale	Analyses chimiques et physico- chimiques						
						Mo %	CaCO ₃ %	pH	Ce	N %	P (ppm)	K
Profil N° I	0-30	59.99	27.55	12.46	Argilo- limoneuse	2.9	7.5	7.9	1.5	–	49	0.28
	30-70	50.12	42.53	7.25	Argilo- limoneuse	2.2	9.5	8.05	1.6	–	43	0.12
	70-130	89.65	7.5	2.85	Argilo- limoneuse	1.42	13	8.15	1.8	–	41	0.08
Profil N° II	0-30	30.31	24.04	45.65	Équilibrée	2.7	6.5	7.7	1.5	–	52	0.27
	30-70	30.09	25.83	44.08	Équilibrée	2.4	8	7.7	1.7	–	54	0.1
	70-130	29.30	26.44	44.26	Équilibrée	1.46	12	7.9	1.7	–	51	0.11

1-1 Les résultats de la granulométrie :

D'après le tableau 10 Les résultats d'analyse granulométriques obtenus, nous montre la dominance des limons et d'argile sur le sol de la parcelle **N° I**, confirmé par l'utilisation du triangle texturale qui fait ressortir une texture Argilo limoneuse. Du fait que c'est un sol Argilo limoneux, Le problème limitant est l'excès d'eau, qui nécessite des opérations de drainage pour évacuer l'excès d'eau par l'utilisation des différents moyens, il y a risque de battance.

Par contre, la texture dans la parcelle **N° II** est une texture équilibrée avec la dominance du sable et du limon dans les trois horizons du profil pedologique, le seul problème limitant due à faible rétention du sable en eau c'est-à-dire : évaporation très élevé de l'eau (rapide).

1-2 Réaction du sol (pH) :

D'après les résultats d'analyse obtenus (tableau 10), les valeurs du pH de l'ensemble des horizons sont de 7.9 à 8.15 pour le profil **N° I**, et de 7.7 à 7.9 pour le

deuxième, certain nombre d'éléments insoluble inassimilable par la plante.

Le sol étant calcaire mais est supportable et ce compte tenu de la caractéristique de l'espèce vis-à-vis de cet élément. (Pomme tolérant au calcaire).

1- 3 Matière organique :

En général notre sol est considéré comme un sol riche en matière organique (>2%). les teneurs de 2.2 à 2.9% dans les deux premières horizons, alors que la dernière est de 1.4 à 1.5%, considéré comme moyennement faible.

Cette richesse en matières organique est à l'origine du précédent cultural puisqu'il s'agit d'une grande culture de blé et d'orge.

Elle donne un effet positif sur la structure et la capacité de rétention d'eau et d'éléments nutritifs.

1- 4 Calcaires actifs (CaCO_3) :

Du fait que c'est un sol calcaire, dont le calcaire actif est de 2 à 8 % (sol peu chlorosant), nous avons rencontré le problème de carence des éléments minéraux et en particulier le phosphore par le symptôme (jaunissement des feuille) dans les deux parcelles.

1- 5 Eléments nutritifs :

La teneur en phosphore assimilable dans les deux prélèvements nous indique que la plante n'est pas alimentée malgré les apports du phosphore ceci s'explique par le fait qu'il est bloqué par la présence du calcaire.

C'est un sol riche en cet élément après l'addition d'engrais hydrosoluble, tandis que la valeur de potassium est comprise entre 0.08 à 0.28 méq /100 g de sol.

1- 6 Conductivité électrique (CE):

La conductivité électrique nous renseigne sur l'état de la salinité. Dans les deux stations, les valeurs de la conductivité électrique enregistrées sont généralement inférieure à 4 (entre 1.5 et 1.8) donc nous n'avons aucun problème avec la salinité, c'est un milieu très favorable à la culture du pommier (excellente alimentation hydrominérale).

2- observations relatives au débourrement des bourgeons :

C'est l'épanouissement des bourgeons de la première manifestation externe qui explique l'activité végétative de l'arbre. Le débourrement est le premier signe de démarrage végétatif, les dates et les pourcentages sont représentés dans le tableau 11.

Tableau 11 : Epoque et pourcentage de débourrement du verger de pommier pour la campagne agricole 2013-2014.

parcelles	Arbres	Date de débourrement			Durée (jours)	Débourrement %	
		Début	Pleine	Fin			
Parcelle N° I	Arbre 01	11/03	20/03	10/04	30	79.00	
	Arbre 02	12/03	20/03	11/04	30	69.75	
	Arbre 03	12/03	20/03	11/04	30	61.00	
	Arbre 04	14/03	22/03	13/04	30	70.75	
	Arbre 05	12/03	20/03	11/04	30	62.50	
	Arbre 06	12/03	20/03	11/04	30	72.00	
	Arbre 07	11/03	20/03	10/04	30	70.00	
	Arbre 08	13/03	21/03	12/04	30	68.25	
	Arbre 09	14/03	20/03	13/04	30	68.75	
	Arbre 10	11/03	20/03	10/04	30	66.75	T1=68.87%
Parcelle N° II	Arbre 01	10/03	20/03	09/04	30	67.00	
	Arbre 02	11/03	20/03	10/04	30	76.25	
	Arbre 03	11/03	20/03	10/04	30	78.50	
	Arbre 04	11/03	20/03	10/04	30	67.50	
	Arbre 05	11/03	20/03	10/04	30	64.50	
	Arbre 06	10/03	20/03	09/04	30	71.00	
	Arbre 07	10/03	20/03	09/04	30	72.75	
	Arbre 08	11/03	20/03	10/04	30	62.75	
	Arbre 09	11/03	20/03	10/04	30	73.75	
	Arbre 10	11/03	20/03	10/04	30	62.25	T2=69.55%

T1 : c'est le pourcentage total de débourrement dans la parcelle N° I.

T2 : c'est le pourcentage total de débourrement dans la parcelle N° II.

Le pourcentage total de débourrement est déterminé à partir du nombre des bourgeons restés sur les rameaux non débourrés (brindilles et lambourdes).

Au niveau des deux parcelles, la levée de dormance s'est déroulée entre le 10 et le 13 Mars. Le pourcentage de débourrement est en moyenne de 68.87 % pour l'ensemble des arbres suivis dans la parcelle N° I, et de 69.55 % dans la deuxième parcelle.

Tableau 12 : Analyse de la variance pour le débourrement :

Source de variance	S.C.E.	DDL	C. M	Test F	Probabilité	E.T.	C.V
Var. total	518.88	19	27.31	/	/	/	/
Var. facteur 1 (sol)	2.81	01	02.81	0.10	0.7553	/	/
Var. résiduelle 1	516.06	18	28.67	/	/	5.35	7.7 %

Pour comparer les deux parcelles, une analyse de la variance est effectuée. Cette étude nous permet de confirmer s'il y a une influence du sol sur le débourrement des arbres étudiés.

Nous constatons à travers le tableau 12 qu'il existe une différence non significative. Donc on conclue que le débourrement de la variété dans les deux types de sol est semblable.

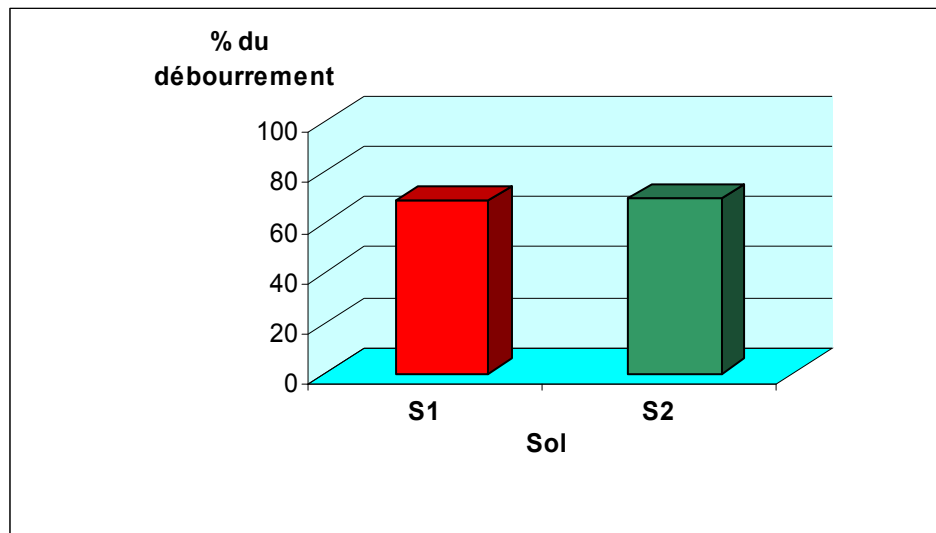


Figure 13 : Pourcentage du débourrement dans les deux parcelles.

S1 : est le sol de la parcelle N° I

S2 : est le sol de la parcelle N° II

On remarque qu'il y a une différence entre les arbres étudiés, le débourrement n'a pas été groupé, ni homogène ce qui signifie que les besoins en froid n'ont pas été vraiment satisfaits. Il est utile de rappeler que cet hiver nous n'avons pas connu un

froid suffisant pour satisfaire les besoins de la variété par des unités d'heures de froid en dessous de 7.2°C (600-800 heures).

3- Observations relatives à la floraison :

Après la levée de dormance, c'est la situation des besoins en chaleur qui permet le développement naturel des bourgeons.

L'étalement de la floraison sur les rameaux longs et les rameaux courts de l'arbre atténue les risques dû52 aux gels printaniers.

La floraison commence sur les rameaux courts et progresse de la base des rameaux longs jusqu'à leur sommet (LICHOU, 1998).

Après avoir suivi la floraison sur l'ensemble des arbres, les résultats sont enregistrés dans le tableau 13.

Tableau 13 : Epoque et pourcentage de floraison (saison 2013/2014).

parcelles	Arbres	Nombre de boutons floraux				Nombre de fleurs épanouies				Date de floraison			Durée (jours)	% de floraison
		RN	RS	RE	RO	RN	RS	RE	RO	Début	Pleine	Fin		
Parcelle N° I	Arb1	60	57	57	84	52	46	45	76	26/03	14/04	01/05	35	84.19
	Arb2	52	84	37	67	45	65	28	60	26/03	14/04	01/05	35	82.28
	Arb3	64	67	96	95	54	51	75	82	26/03	14/04	01/05	35	81.22
	Arb4	55	91	54	67	46	75	42	59	27/03	15/04	01/05	34	82.96
	Arb5	67	38	65	26	55	30	50	22	27/03	15/04	01/05	34	80.63
	Arb6	75	69	77	62	60	50	61	56	26/03	14/04	01/05	35	80.50
	Arb7	66	65	37	78	52	52	25	67	26/03	14/04	01/05	35	78.08
	Arb8	62	39	94	84	49	27	74	74	26/03	14/04	01/05	35	78.76
	Arb9	84	64	64	69	65	54	50	60	26/03	14/04	01/05	35	81.70
	Arb10	45	91	39	94	38	77	32	80	27/03	14/04	01/05	34	84.05
Parcelle N° II	Arb1	59	65	49	59	51	56	42	51	26/03	10/04	24/04	29	86.18
	Arb2	47	47	64	68	41	41	56	60	26/03	10/04	24/04	29	87.54
	Arb3	68	62	95	28	59	54	83	24	26/03	10/04	24/04	29	86.73
	Arb4	66	92	28	64	56	79	24	55	26/03	10/04	24/04	29	85.58
	Arb5	67	46	73	79	56	39	62	67	26/03	10/04	25/04	30	84.52
	Arb6	90	38	64	64	79	33	56	56	26/03	10/04	24/04	29	87.40
	Arb7	50	49	19	82	41	40	15	67	26/03	10/04	24/04	29	81.06
	Arb8	45	67	46	51	37	56	38	42	26/03	10/04	24/04	29	82.68
	Arb9	68	84	39	50	59	73	33	43	26/03	10/04	24/04	29	86.06
	Arb10	46	87	46	52	39	73	39	44	26/03	10/04	24/04	29	84.51

RN : est l'orientation des rameaux vers le NORD

RS : est l'orientation des rameaux vers le SUD

RE : est l'orientation des rameaux vers l'EST

RO : est l'orientation des rameaux vers l'OUEST

-Le pourcentage total de la floraison dans la parcelle N°I est de **81.43 %**.

-Le pourcentage total de la floraison dans la parcelle N°II est de **85.22%**.

Selon BENTTAYEB (1993), les espèces fruitières de la famille des rosacées fleurissent presque toutes au printemps à partir du mois de février au début du mois de mars, période pendant laquelle la température s'élève.

La durée normale de la floraison chez les arbres fruitiers est de 21 jours (BRETAUDEAU, 1978). L'étalement de la floraison des arbres dans la parcelle N°I débute le 26/03 et se termine le 01/05 soit une durée de 35 jours au moyenne.

Quand à la deuxième parcelle, la floraison se situé entre le 26/03 et le 24/04, soit 29 jours (tableau 13). Du fait que les conditions climatiques ne répondent pas aux exigences et au besoin en froid particulièrement de la variété.

On remarque que la durée de la floraison dans la parcelle N°I est plus longue que celle de la parcelle N°II. Cette constatation confirme l'hypothèse de SAUNIER (1967), qui affirme que la texture du sol joue un rôle très important dans la variation de la durée de floraison.

Autrement dit, la texture équilibrée se réchauffe rapidement grâce à la dominance du sable, ceci montre une précocité à entrer en nouaison.

Concernant le pourcentage de floraison, nous remarquons qu'il y a une différence entre les deux parcelles, 81.44 % pour la première et 85.23 % pour la parcelle N°II. Cette différence est importante parce qu'il s'agit d'une seule variété, et des mêmes conditions climatiques. Celle-ci pourrait être due à la nature du sol, en effet, plus le sol est léger plus la floraison est précoce.

Tableau 14 : analyse de la variance pour la floraison

Source de variance	S.C.E.	DDL	C .M	Test F	Probabilité	E. T.	C. V.
Var. total	148.22	19	7.80	/	/	/	/
Var. facteur 1 (sol).	71.78	01	71.78	16.90	0.0007	/	/
Var. Résiduelle	76.44	18	4.25	/	/	2.06	2.5 %

L'analyse de la variance montre une différence significative de facteur type du sol sur le pourcentage de floraison

Le test de NEWMAN et KEULS au seuil de 5 % permet de classer les sols en deux groupes homogènes.

SOLS	MOYENNE	GROUPES HOMOGENES
Sol N° II	85.23	A
Sol N° I	81.44	B

Groupe **A** : pourcentage de floraison **plus important** "sol de la parcelle N° II "

Groupe **B** : pourcentage de floraison **important** "sol de la parcelle N° I "

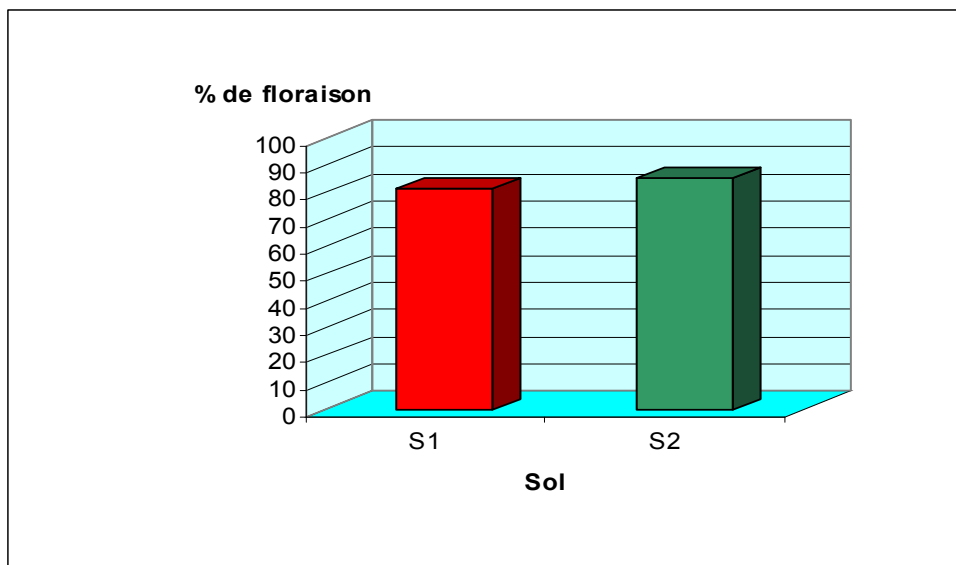


Figure 14 : Pourcentage de floraison dans les deux parcelles.

S1 : est le sol de la parcelle N° I

S2 : est le sol de la parcelle N° II

4- observations relatives à la nouaison :

La nouaison excessive sur le pommier aboutit à l'obtention d'un fruit de petit calibre et de qualité médiocre. En effet, lorsque la charge en fruits est excessive, seules les mieux placées par rapport au courant de sève grossissent normalement. Tandis que les mal placés donc sont mal nourris, restent petits de qualité médiocre et donc peu commercialisables (HUGARD, 1987).

Il est connu que pendant la floraison, chez les espèces fruitières un taux de chute des fleures est inévitable.

L'importance de la chute est liée à plusieurs facteurs tels que le caractère variétal, les facteurs trophiques, les conditions climatiques et les conditions de culture.

Tableau 15 : L'état de nouaison et le taux de chute des fruits pour la campagne agricole 2013/2014

Parcelles	Nombre moyen de bouquets par rameau	Nombre moyen de fleurs par rameau	Nombre moyen de fruits noués par rameau	Taux de nouaison %	Taux de chute des fruits a la nouaison
Parcelles N°I	8.24	66.02	32.74	49.55	16.90
Parcelles N° II	8.81	70.05	42.06	60.05	23.58

A partir des pourcentages obtenus, on peut dire que le taux de nouaison est moyen, (49.55 % dans la parcelle N° I et 60.05 % dans la parcelle N° II). Ceci signifie que la chute des fleurs est élevée dans l'ensemble des arbres étudié donc le taux de nouaison est faible surtout dans la première parcelle par rapport à l'état normal de la floribondité du pommier.

Tableau 16 : Analyse de la variance pour la nouaison :

Source de variance	S.C.E.	DDL	C .M	Test F	Probabilité	E. T.	C. V.
Var. total	623.96	19	32.84	/	/	/	/
Var. facteur 1 (sol).	554.09	01	554.09	142.74	0.0000	/	/
Var. Résiduelle	69.87	18	3.88	/	/	1.97	3.6 %

Nous constatons à travers le tableau 16 qu'il existe une différence très hautement significative, donc il existe une hétérogénéité.

Le test de NEWMAN et KEULS au seuil de 5% permet de classer les sols en deux groupes homogènes.

SOLS	MOYENNE	GROUPES HOMOGENES
Sol N° II	60.05	A
Sol N° I	49.55	B

Groupe **A** : pourcentage de nouaison **important** "sol de la parcelle N° II "

Groupe **B** : pourcentage de nouaison **moyen** "sol de la parcelle N° I "

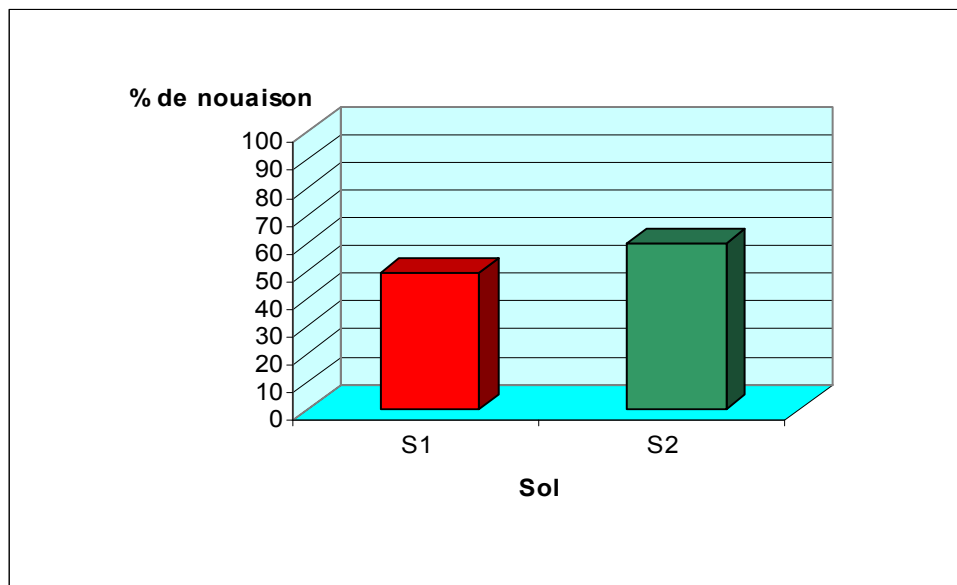


Figure 15 : Pourcentage de la nouaison dans les deux parcelles.

S1 : sol de la parcelle N° I

S2 : sol de la parcelle N° II

Il y a une chute abondante des fruits chez les deux parcelles **N° I et N° II** avec respectivement 16.90% et 23.58%. Cette chute peut être due à certaines conditions climatiques telles que le vent, grêles, et les pluies où nous avons enregistrées 3 jours de vent, 2 jours de grêle ou moment de la nouaison (mois de mai).

Elle peut se produire à des époques selon la nature et les causes qui la déterminent. Ainsi, cette dernière se déroule en deux étapes principales :

- La première se manifeste quelque temps après la fin floraison.
- La deuxième chute physiologique dite de juin.

GAUTIER (1987) signale quatre causes déterminant la chute des fruits, il s'agit :

- Chute immédiatement après la floraison : les fleurs non fécondés ou les fruits à embryons avortés tombent rapidement.

- Chute de juin : cette chute est sous la dépendance des conditions de nutritions, il y a concurrence entre les différents fruits.

- Chute prématurée à l'approche de la récolte : les pertes à cette époque peuvent être importantes pour l'arboriculture, les fruits tombés sont abîmés et de mauvaise qualité pour conservation.

- Chute après irrigation : en période de sécheresse, l'irrigation appliquée trop tardivement provoque une chute massive des fruits.

5- Dynamique de croissance des fruits

Les fruits augmentent de volume à la suite de deux phénomènes :

1- la division des cellules contenues dans le fruit et le grossissement de ces mêmes cellules.

2- la division cellulaire débute à la fécondation, plus le nombre de cellule élevé (multiplication cellulaire), plus le fruit atteint un fort calibre (GAUTIER, 1987).

Tableau 17 : Croissance moyenne des fruits (mm).

parcelles	La date des mesures								Nombre total de jours
	10-5	18-5	26-5	03-5	11-6	19-6	27-6	04-7	
Parcelle N° I	13.2	15.1	27.3	35.2	40.9	48.4	52.0	59.9	64
Parcelle N° II	14.7	17.4	30.6	38.5	45.2	50.5	55.2	61.1	64

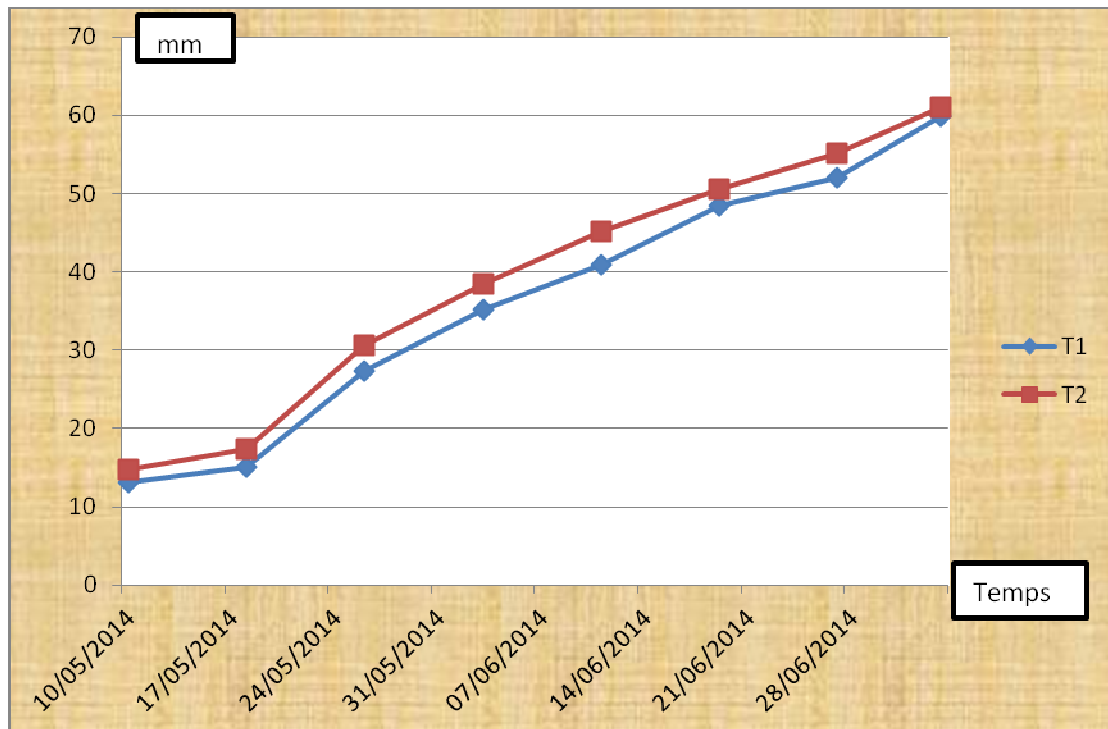


Figure 16 : Représentation graphique de la dynamique de croissance des fruits pour la campagne 2013/2014.

T1 : la croissance des fruits dans la parcelle N° I.

T2 : la croissance des fruits dans la parcelle N° II.

La figure 16 démontre la dynamique de croissance des fruits au cours de la campagne 2013/2014, la croissance des fruits se poursuit jusqu'au stade de maturation.

Nous remarquons que les courbes **T1**, **T2** ont une croissance synchronisée avec le temps, preuve du bon déroulement de la croissance et grossissement des fruits durant la période végétative, la période de croissance se divise en 3 phases :

- ❖ **Phase 1 :** se caractérise par un développement lent des jeunes fruits due à la division cellulaire après la nouaison qui dure 3 à 4 semaines.
- ❖ **Phase 2 :** cette phase se caractérise par un grossissement rapide du fruit en raison du grossissement des cellules de l'hydratation progressive du fruit elle dure 2 à 3 semaines qui précèdent l'époque de la maturité des fruits puis s'arrête au moment de cette maturité.
- ❖ **Phase 3 :** cette phase se caractérise par un ralentissement de croissance des fruits elle dure 2 semaines, dans cette phase il y'a enrichissement en saccharose et la migration de l'eau vers les fruits.

6- observation relative a la maturité et la récolte fruits :

L'état de maturité auquel les pommes sont cueilli à une influence capitale sur leur qualité. Une cueillette prématurée présente beaucoup d'inconvénients :

- ❖ Réduction du rendement, vu que le grossissement est important en fin de cycle.
- ❖ Les pertes de poids par transpiration lors de la conservation au frigo sont plus grandes, et les fruits ont tendance à se rider.
- ❖ La maturité inachevée à la récolte le restera même après une longue période de conservation au frigo.
- ❖ Augmentation de l'incidence des maladies de virescence.

Sur notre parcelle l'époque de maturité des fruits se définit par les deux ou trois premiers fruits mure normaux après l'obtention de couleur rouge orangé pour les fruits non parasités que nous pouvons cueillir sur l'arbre.

Le premier passage de la récolte a été effectué le 07 juillet 2014 parce que les fruits n'arrivent pas tous à la maturité en même temps et nous avons noté une chute des fruits juste après la maturité. Les quantités de fruits chutés varient sensiblement entre les arbres dans les deux parcelles.

7- Etude et travail au niveau de laboratoire

L'étude qui faite au niveau de laboratoire représente les caractéristiques physiques des fruits, ces caractéristiques sont portées sur le tableau 18.

Tableau 18 : les caractéristiques physiques des fruits :

Parcelles	Poids moyen d'un fruit (g)	Diamètre moyen d'un fruit (mm)	Nombre moyen des fruits / kg	Nombre moyen des pépins par fruit
Parcelle N° I	142.54	59.90	07	04
Parcelle N° II	153.10	61.10	6.5	04

7-1 Poids moyen d'un fruit

Le poids d'un fruit varie selon les arbres des deux parcelles, il est en moyenne de 142.54 dans la première parcelle (texture argilo –limoneuse) et de 153.10g dans la deuxième parcelle (texture équilibrée).

7- 2 Diamètre moyen d'un fruit

La comparaison du calibre moyen d'un fruit varie aussi, mais la différence entre les fruits dans les deux parcelles n'est pas grande. Le calibre moyen le plus élevé est enregistré chez la parcelle N° II avec 61.1 mm.

7- 3 Nombre moyen de fruits par kilogramme

Nous pouvons observer une petite différence dans le nombre moyen de fruits par kilogramme entre les deux parcelles. Il est de 7 dans la première et de 6.5 dans la deuxième parcelle.

7- 4 Nombre de pépins par fruit

Le nombre de pépin varie selon le type de pollinisation. Dans ce cas, les conditions de pollinisation et la variété pollinisatrice sont les mêmes, donc le nombre de pépins sera le même, il est de quatre pépins par fruit dans l'ensemble des arbres étudiés.

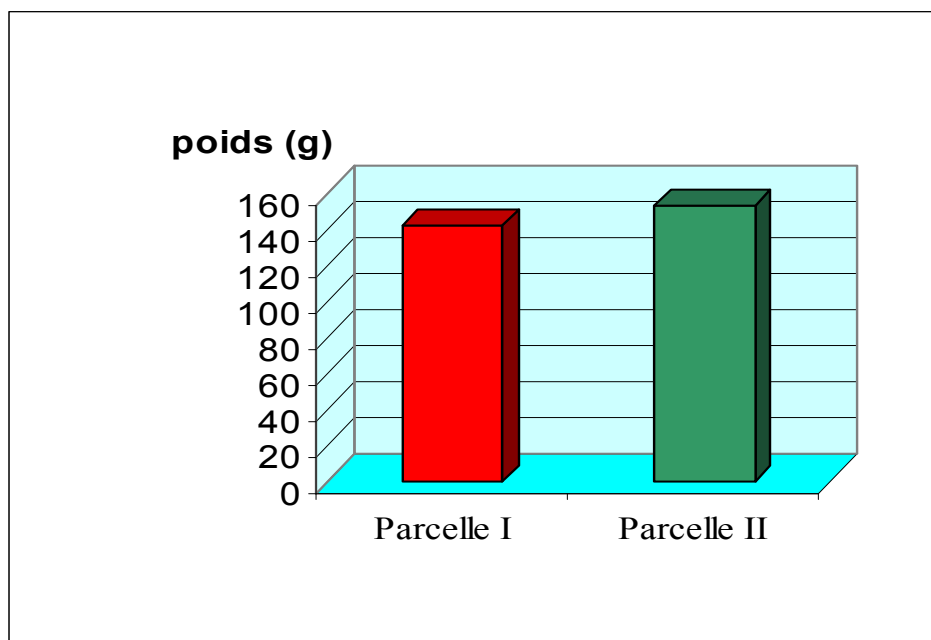


Figure 17 : Poids moyen d'un fruit.

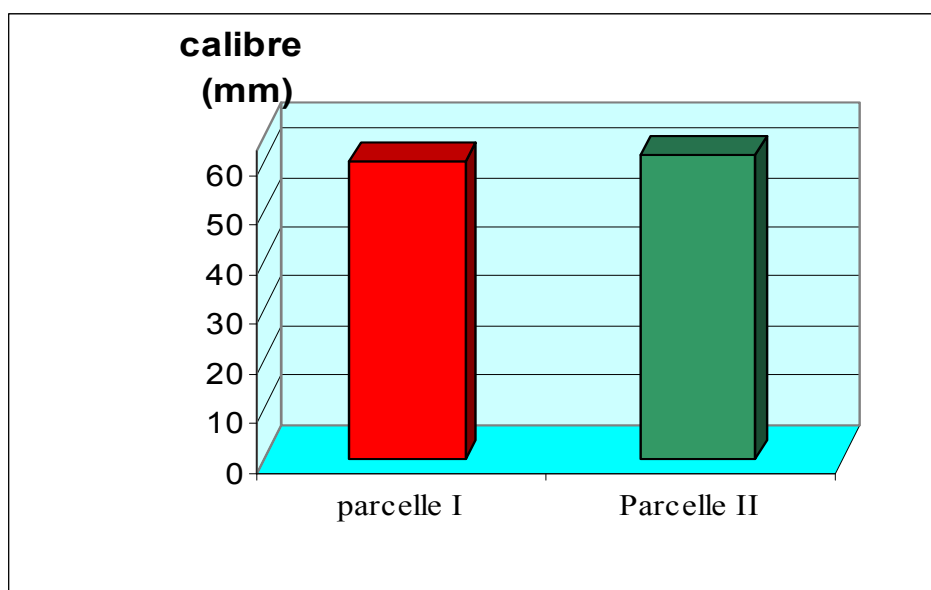


Figure 18 : Calibre moyen d'un fruit.

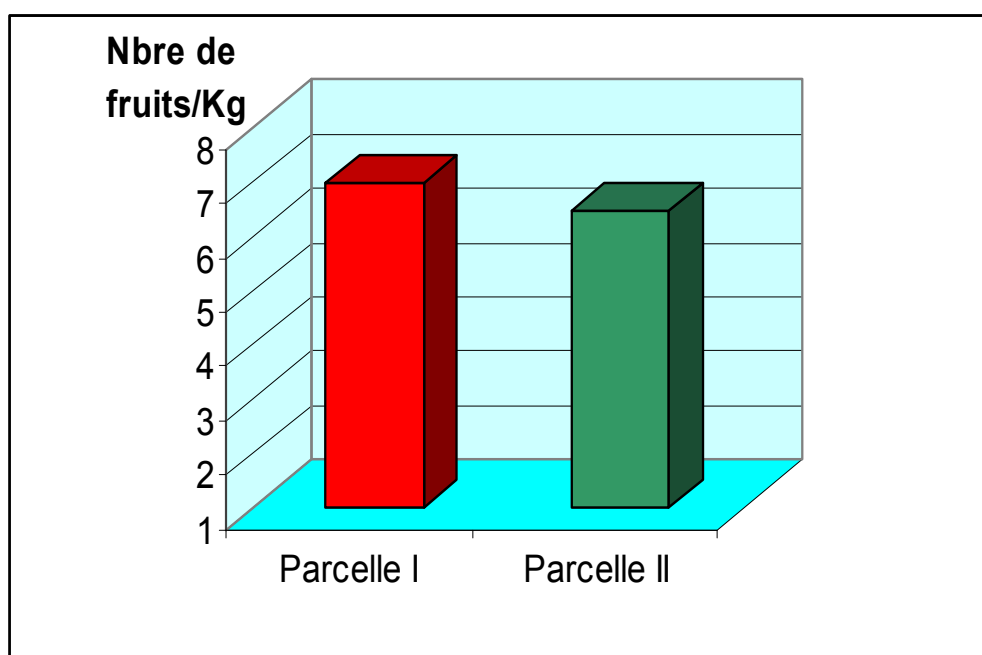


Figure 19 : Nombre de fruits par kilogramme.

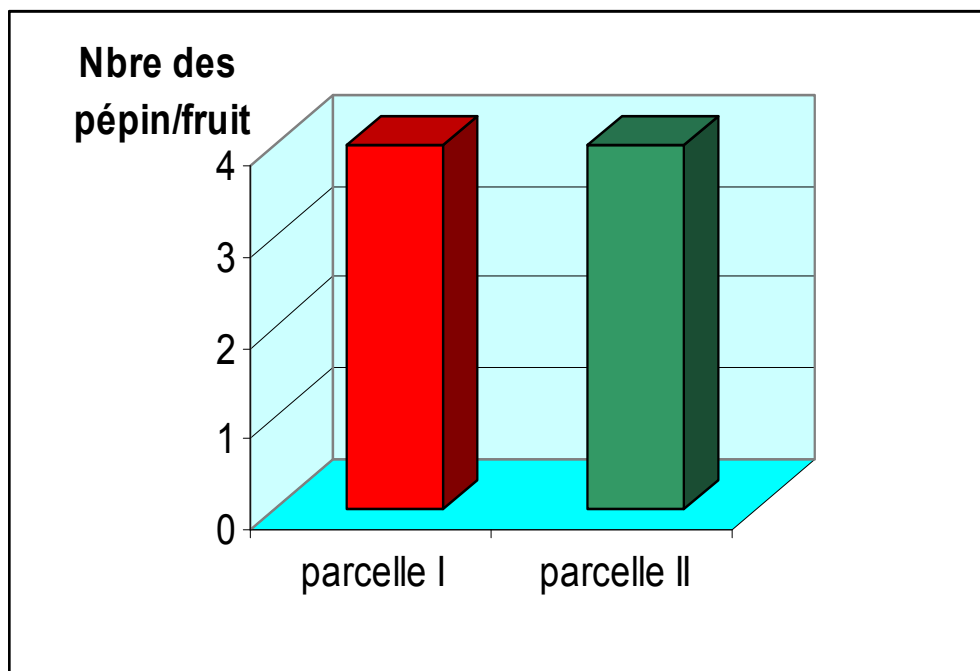


Figure 20 : Nombre des pépins par fruit.

La Royal Gala, étant un hybride de Kidd's Orange Red et la Golden Délicieuse, est connue comme variété à besoins moyens en froid, productive et bien adapté en Algérie, elle a besoin d'un hiver assez frais et des précipitation raisonnable pour satisfaire ses besoins en froid hivernal lui permettant la levée de dormance, ainsi, des conditions pédologiques favorables pour sa développement racinaire et la bonne fixation de l'arbre.

C'est dans ce cadre que nous avons étudié le comportement et l'adaptation de cette variété introduite dans la région de l'Arbaa sur différentes parcelles I et II, ont respectivement des textures Argilo-limoneuse et Equilibré, avec la dominance du sable pour la deuxième.

L'analyse des paramètres physiologique de l'arbre et les caractères physiques des fruits, nous a permis de caractériser la réaction de la variété dans ces milieux, à savoir :

Au niveau des deux parcelles, la levée de dormance s'est déroulée entre le 10 et le 13 Mars. Le pourcentage de débourrement est en moyenne de 68.87 % pour l'ensemble des arbres suivis dans la parcelle N° I, et de 69.55 % dans la deuxième parcelle.

L'étalement de la floraison des arbres dans la parcelle N°I débute le 26/03 et se termine le 01/05 soit une durée de 35 jours au moyenne, Quand à la deuxième parcelle, la floraison se situé entre le 26/03 et le 24/04, soit 29 jours avec un pourcentage de 81.44 % pour la première et 85.23 % pour la parcelle N°II. A cet effet pour obtenir une production régulière et de qualité avec un taux de nouaison normal nous proposons de pratiquer un éclaircissage chimique modern pendant la floraison.

La nuaison enregistrée durant cette campagne (2013-2014), étant relativement moyenne, le pourcentage de nouaison est environ de 49.55 % dans la parcelle N° I et 60.05 % dans la parcelle N° II, ceci signifie que la chute des fleurs est élevée dans l'ensemble des arbres étudiant, donc le taux de nouaison est faible surtout dans la première parcelle par rapport à l'état normal de la floribondité du pommier.

Il y a une chute abondante chez les deux parcelles N° I et N° II avec respectivement 16.90% et 23.58%. Cette chute due à certaines conditions climatiques telle que le vent, grêles, et les pluies.

D'après l'étude des stades phrénologiques, la maturité des fruits se définit par les deux ou trois premiers fruits mure normaux après l'obtention de couleur rouge

orangé pour les fruits non parasités que nous pouvons cueillir sur l'arbre, ainsi que le premier passage de la récolte a été effectué le 07 juillet 2014 parce que les fruits n'arrivent pas tous à la maturité en même temps.

En ce qui concerne les analyses des caractères physiques des fruits, nous avons observé que la parcelle **N° II** présente un aspect physique intéressant à savoir le calibre moyen des fruits (61.10mm), elle est caractérisée par le poids moyen des fruits le plus élevé (153.10g), par un nombre moyen de 6.5 fruits par kilogramme.

Afin de mieux cerner et confirmer ces résultats, il est souhaitable de reconduire cette expérimentation pour maîtriser la différence entre une pomiculture installée dans une texture légère et autre dans une texture assez lourde.

AHMED MESSAOUD A., 1989 Comportement de quelques cultivars de pommier à faible besoin en froid introduit en Mitidja. Mémoire d'ingénieur. département d'agronomie Blida 162p.

ANONYME., 2002 Création et conduite d'un verger de pommier. GUIDE technique 122p.

ANONYME., 2008 Ministère d'agriculture : statistique agro.

ANONYME., 2013 Donnée météorologique ONM Dar El Beida 3p.

BAILLY R., 1990 Guide pratique de défense des cultures. Ed le carrousel et ACTA. France 405p.

BENTTAYEB Z, E., 1993 Biologie et Ecologie des arbres fruitiers collection le cours d'agronomie. Institut d'agronomie de Chlef. Ed. Office des publications universitaires 91P.

BIDABE B., 1965 Action de la température sur l'évolution des bourgeons de l'entre en dormance jusqu'à la floraison Congrès pomologie oct. 96^{ème} session Paris p51-66.

BILLOTTE P, CUVIER P 1997 Groupe éclaircissage, enquête 1998 infos Technique l'arboriculture - notre région Mai p19-20.

BOUMLIK M., 1995 Systématiques des spermaphytes Ed office des publications universitaires 91p

BRETAUDEAU J., 1992 Atlas d'arboriculture fruitière Vol. 1 Ed. Tech. Et. Doc. Lavoisier, Paris. 289 p.

BRETAUDEAU B., 1978 Atlas d'arboriculture fruitière. Tome II Ed J.B. BAILLIERE. 173P.

BRETAUDEAU J., 1991 Atlas d'arboriculture fruitière Vol.2 Ed. Tech. Et. Doc. Lavoisier, Paris. 207 P.

BRETAUDEAU., 1978 Atlas d'arboriculture fruitière Tome II. Ed.JB.BAILLIERE 173P.

CALVET C et GUIRBAL M., 1979 Arboriculture fruitière. Arboriculture spéciale. Tome II Ed. J.B. BAILLIERE. PP. 23-32.

CHAMPAGNAT B., 1983 Quelques réflexions sur la dormance de bourgeons des végétaux ligneux. Revue physiologie végétale. Vol 21(3) p 607 – 618.

CHAMPAGNAT H., 1983 Reproduction et biologie des végétaux supérieurs. Ed : Dion Editeurs, Paris 38p

CHUINARD G., 2001 Méthodes alternatives a la lutte chimique en pomiculture.

Principales techniques applicables au Québec. Publication N° 01-0015 (2001-02). 40p.

COUTANCEAU., 1962 l'arboriculture fruitière. Technique et économique des cultures des rosacées fruitière ligneuse. Ed. JB. BAILLIERE. 576 P.

FONT M., 1997 Pomme : la démarche qualité. Action Agricole 98 p 15.

GALLAIS A ET BANNEROT H., 1992 Amélioration des espèces végétales cultivées INRA. Paris p579.

GAUTIER M., 1969 Maturation conservation et qualité des fruits à pépin Revue Arbo fruit N° 88 P18-27.

GAUTIER M., 1971 Quelques problèmes posés la fructification des arbres fruitiers Revue Arbo fruit n° 208 p 30 – 36.

GAUTIER M., 1987 Le pêcher et sa culture Rev. Arbo. Fruit N° 340 PP.60-64.

GAUTIER M., 1988 La culture fruitière Tome II Les productions fruitières Ed. JB BAILLIERE. 152p.

GAUTIER M., 1993 Arbre fruitier Vol I 2ème édition Ed J.B. BAILLIERE p 59.

HERVE M., 1984 Influence of the pistil on pollen tube kinetics in peach. SOC. Supp N° 1 PP 143-148

HUET J., 1972 La pollinisation des arbres fruitiers à pépin. Congrès pomologique de France 101^{ème} session 123-130 PP.

HUGARD J., 1987 L'éclaircissage des fleurs ou jeunes fruits fondement économiques et base physiologique. Arboriculture FRUITIERE 395, p 35-38.

KNNETH L et MARTIN C.I., 1980 Influence of apple. Bloom date on maturity and stockage quality of starking delicious apple .p183-186.

LEDERER J., 1982 La pomme fruit de saure Revue, fruit Belge. N° 398.

LICHOU I., 1998 Abricot, les variétés mode d'emplois C.T.I.L. Ed Tech et Doc. Lavoisier, Paris cedex.PP.9-11.

LOUIS A., 1961 Culture fruitière Ed J6R BALLIERE 204 p.

LUGEON A., 1963 Arboriculture fruitière moderne 5ème édition .p25.

MERZOUG J., 1991 Recherches sur l'emploi rationnel du prédateur *Anthoceros nemoralis* (Hétéroptère–Anthocoridae), Toulouse (FRA), IOBC/WPRS.

MONET R., 1983 Effet d'une température modérément élevée sur les bourgeons

floraux du pêcher. Rev. Physiologie végétale PP. 209-228.

MONET R., 1995 Techniques culturales et pépinière. Station de recherche fruitière .I.N.R.A. France .48P.

PESSON P. et LOUVEAUX J., 1984 Pollinisation et production végétale Ed .Imp. France .p32 35.

PESSON. P et LOUVEAUX.G., 1984 Pollinisation et production végétale Ed. I.N.R.A, Paris 633P.

PLANCHON V., CLAUSTRIAUX JJ., CRABBE J. (2003). Description et modélisation de la croissance et du développement du pommier (*Malus x domestica* Borkh) : I. Structure la plus probable de l'arbre jeune. Biotechnol. Agron. Soc. Environ. 7 (1), p. 37 – 49.

ROGER G et JUISSIAUX M., 1980 Cours d'agriculture moderne. 2ème éditions pp341-332.

ROUSSEAU T., 1991 The Goering collection, National Archives, Record Group 239/85, Office of Strategic Services. Art Looting Investigation Unit Consolidated Interrogation Reports n° 2, 13 Septembre 1945.

SAPIN P., 1978 Arboriculture fruitière en Algérie. Pommier Poirier INA, EL HARRACH p 27 – 46.

SAUNIER M., 1967 Productions fruitières. Ed. Synthèse agricole, 150 p.

SCHWALLIER., 2006 Apple Thinning guide, MSU.

WEINBERGER JH., 1950 Chilling requirements of peach varieties. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. **56**, p. 122–128.

ZAIDI L., 1985 Influence de l'âge et du type des oranges fruitiers de quelques variétés de pommier sur la récolte et la qualité des fruits. Mémoire de Magister INA, EL HARRACH p 133.

ZAMBOUX G., 1998 Les substances homologuées: Amid Thin W Fruits légumes 162. p38-39.

ZGUIGAL Y., 1995 Evolution et caractéristiques de la dormance des bourgeons du pommier (*Malus x domestica* Borkh., cv Golden delicious) dans un climat à hiver doux (région de Meknès, Maroc). Thèse doct. Sci. agron., IAV. Hassan II. Rabat, Maroc, 164 p.

Annexe 1 : la dormance des arbres du pommier pour la campagne agricole
2013/2014



Annexe 2 : Le débourrement du verger de pommier pour la campagne agricole
2013-2014.



Annexe 3 : l'état de nouaison et le taux de chute des fleurs et des fruits pour la campagne agricole 2013/2014

parcelles	Arbres	Nombre moyen de bouquets par rameau	Nombre moyen de fleurs par rameau	Nombre moyen de fruits noués par rameau	Taux de nouaison %	Taux de chute des fleurs a la floraison	Taux de chute des fruits a la nouaison
parcelle N° I	Arb1	08.06	64.50	31.30	48.52	51.46	16.23
	Arb2	07.50	60.00	28.92	48.20	51.80	17.49
	Arb3	10.06	80.50	39.49	49.05	50.94	15.60
	Arb4	08.34	66.75	33.57	50.30	49.70	17.29
	Arb5	06.12	49.00	23.12	47.20	52.80	14.65
	Arb6	08.84	70.75	36.57	51.69	48.31	18.22
	Arb7	07.68	61.50	30.90	50.25	49.75	17.67
	Arb8	08.71	69.75	34.77	49.85	50.15	19.37
	Arb9	08.78	70.25	33.92	48.29	51.61	16.82
	Arb10	08.40	67.25	34.90	51.90	48.10	15.67
parcelle N° II	Arb1	08.25	68.00	35.06	60.45	39.55	22.84
	Arb2	08.06	64.50	33.47	59.25	40.75	25.23
	Arb3	08.90	71.20	38.63	61.08	38.92	21.09
	Arb4	09.81	78.48	37.73	60.37	39.63	24.94
	Arb5	08.81	70.48	36.49	55.08	44.92	19.48
	Arb6	09.00	72.00	40.37	63.09	36.91	22.27
	Arb7	08.05	64.40	29.35	59.12	40.80	23.94
	Arb8	09.53	76.24	31.28	59.88	40.12	24.69
	Arb9	09.53	76.24	35.51	58.95	41.05	25.17
	Arb10	08.21	65.68	36.54	63.28	36.72	26.16

Annexe 4 : Le début floraison du verger de pommier pour la campagne agricole 2013-2014.



Annexe 5 : La pleine floraison du verger de pommier pour la campagne agricole 2013-2014.



Annexe 6 : Le grossissement du fruit du verger de pommier pour la campagne agricole 2013-2014.



Annexe 7 : La maturation des fruits du verger de pommier pour la campagne agricole 2013-2014.



Table des matières

Introduction	01
Partie I : Etude bibliographique	
Chapitre I : Généralité sur le pommier	
1-Présentation de l'espèce.....	03
1-1 Aperçu historique sur l'origine et la répartition du pommier.....	03
1-2 Classification botanique.....	03
1-3 Importance économique de pommier.....	04
1-3-1 Dans le monde.....	04
1-3-2 En Algérie.....	05
2-Caractéristiques morphologiques et biologiques du pommier	08
2-1 Morphologie de l'espèce	08
2-1-1 Organisation des rameaux.....	08
2-1-2 Feuilles.....	08
2-1-3 Fleurs	08
2-1-4 Fruit.....	09
2-2 Différentes productions de pommier	10
2-2-1 Productions à bois	10
-Les yeux à bois.....	10
-Rameaux.....	11
-Dard.....	11
-Gourmand.....	11
2-2-2 Productions à fruits.....	11
-Boutons à fleurs.....	11
- Brindilles.....	11
- Bourse.....	11
-Lambourde.....	12
2-2-3 Types de fructification du pommier.....	12
- Les variétés du Pommier	12
-porte greffes du pommier.....	13

2-3 Biologie du pommier.....	16
2-3-1 Dormance ou repos hivernal.....	16
1-facteur externe.....	16
2-facteur interne.....	16
2-3-2 Floraison.....	16
-Induction florale.....	16
-Développement floral.....	17
2-3-3 Pollinisation.....	17
2-3-3-1 Pollinisation directe (autopollinisation).....	19
2-3-3-2 Pollinisation indirecte (allopollinisation).....	20
2-3-3-3 Stérilité mâle.....	20
2-3-3-4 Auto stérilité.....	20
2-3-3-5 incompatibilité.....	20
2-3-4 Fécondation et nouaison	21
2-3-5 Grossissement des fruits et maturation.....	22
2-3-6 Stades phénologiques repères du pommier.....	23
3- Exigences de l'espèce.....	26
3-1 Exigences climatiques.....	26
3-1-1 La température.....	26
3-1-2 La pluviométrie.....	27
3-2 Exigences édaphiques.....	27
3-2-1 Choix de l'emplacement du verger.....	27
3-2-2 Préparation du sol.....	28
3-2-3 Teneur en matière organique du sol.....	28
3-2-4 Choix des arbres.....	29
3-2-5 La fertilisation.....	29
3-3 Taille.....	30
3-3-1 Taille de formation.....	30
3-3-2 Taille de fructification.....	30
3-4 Eclaircissage.....	30

Chapitre II : Maladies et ravageurs

1- Maladies cryptogamiques.....	32
1- 1 Tavelures de la pomme (<i>Venturia inaequalis</i>).....	32
1- 2 Brûlure bactérienne (<i>Erwinia amylovora</i>).....	32
1- 3 Chancre anthracnotique anthracnose de la pomme (<i>Glomerella cingulata</i> ou <i>Colletotrichum gloeosporioides</i>)	33
1- 4 Chancre nectrien (<i>Nectria galligena</i>) et chancre gloésporien (<i>Gloeosporium malicorticis</i> ou <i>Neofabraea malicorticis</i>).....	33
1- 5 Pourriture du collet (<i>Phytophthora cactorum</i>).....	33
1- 6 Maladies de la replantation.....	34
1- 7 Blanc (oïdium) du pommier (<i>Podosphaera leucotricha</i>).....	34
2 - insectes ravageurs.....	35
2- 1 Carpocapse (pyrale) de la pomme (<i>Cydia pomonella</i>).....	35
2- 2 Mouches de la pomme (<i>Rhagoletis pomonella</i>)	36
2- 3 Acariens.....	36
2- 4 Pucerons.....	37
2- 5 Tordeuse paie du pommier (<i>Pseudexentera mall</i>)... ..	37
2- 6 Cicadelle blanche du pommier (<i>Typhlocyba pomaria</i>).....	37
2- 7 Mineuse marbrée (<i>Phyllonorycter blancardella</i>).....	38
2- 8 La Zeuzère (<i>Zeuzera pyrina</i> L.).....	38

Chapitre III : Récolte et conservation

1- Récolte et conservation.....	40
-La récolte.....	40
-A la station.....	41
- Avant et pendant l'expédition.....	41

Partie II : Etude expérimentale

Chapitre I : étude du milieu

1 - Présentation de la zone de MITIDJA	42
2 - Présentation du milieu d'étude.....	43
3- Données climatiques	44
3-1 Caractéristiques climatiques.....	44
3-1-1 La Pluviométrie.....	44

3-1-2	Température.....	46
3.1.3	Les accidents climatiques.....	48
3-2	Synthèse climatique.....	49
4-	Calendrier des techniques culturales.....	50
4-1	La taille.....	50
4-2	Travaux de sol	50
4-3	Fertilisation.....	50
4-4	L'irrigation.....	51
4-5	L'éclaircissage.....	51
4-6	Traitements phytosanitaires.....	51

Chapitre II : Matériel et méthode

1-	Matériel végétal.....	52
2-	Méthode d'étude.....	55
2-1	Etude de sol.....	55
2-2	Observation et suivi sur le terrain.....	55
2-2-1	Observations relatives au débourrement et à la floraison.....	55
2-2-2	Observations relatives à la nouaison et à la chute des fruits après nouaison.....	56
2-2-3	Dynamique de croissance des fruits.....	56
2-2-4	Récolte et estimation des rendements.....	56
2-2-5	Etude et travail au niveau de laboratoire.....	57
2-2-5-1	Poids moyen des fruits.....	57
2-2-5-2	Nombre moyen des fruits par kilogramme.....	57
2-2-5-3	Poids moyen des pépins par kilogramme.....	57

Chapitre III : Résultats et discussions

1-	Interprétation des résultats de l'analyse du sol.....	58
1-1	Les résultats de la granulométrie.....	59
1-2	Réaction du sol (pH).....	59

1- 3 Matière organique.....	60
1- 4 Calcaires actifs.....	60
1- 5 Eléments nutritifs.....	60
1- 6 Conductivité électrique (CE).....	60
2- observations relatives au débourrement des bourgeons.....	61
3- Observations relatives à la floraison.....	63
4- observations relatives à la nouaison.....	65
5- Dynamique de croissance des fruits.....	68
6- observation relative a la maturité et la récolte fruits.....	69
7- Etude et travail au niveau de laboratoire.....	70
7-1 Poids moyen d'un fruit.....	70
7- 2 Diamètre moyen d'un fruit.....	70
7- 3 Nombre moyen de fruits par kilogramme.....	70
7- 4 Nombre de pépins par fruit.....	70
CONCLUSION GENERALE.....	73
Références bibliographiques.....	74
Table des matières	
Annexes	

