

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF - M'SILA

FACULTE DE SCIENCES
DEPARTEMENT D'AGRONOMIE
N° :



DOMAINE : SNV
FILIERE : SCIENCES
AGRONOMIQUES.
OPTION : PRODUCTION VEGETALE
ET ENVERENEMENT.

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

Par: -LAGUEAGUE SOUAD.

-ELBAHI SALAHEDDINE

-SILINI KARIMA.

Intitulé

**Etude du comportement de deux variétés de
pommier Golden Délicious et Anna vis-à-vis des
paramètres climatiques dans la zone de Boussaâda -**

Soutenu devant le jury composé de:

M ^{ELLE} TIR CH.	Université de M'sila	Président
Mr HAMDANI M.	Université de M'sila	Rapporteur
Mr BAHLOULI F.	Université de M'sila	Examineur

Année universitaire : 2016 /2017

Dédicases

A Allah

Le Tout puissant Qui m'a inspiré, m'a guidé dans
le bon chemin et à qui Je dois ce que je suis devenue
Louanges et remerciements pour votre clémence et miséricorde.

A Ma très chère Mère,

A mon très cher père

C'est pour moi un jour d'une grande importance, car je
sais qu'ils sont à la fois fiers et heureuse de voir le fruit de leurs
éducations et de leurs efforts inlassables se concrétiser
et leurs soutiens et leurs prières ont été pour moi un
stimulant tout au long de mes études.

C'est grâce à ALLAH puis à vous que je suis devenue
ce que je suis aujourd'hui.

Acceptez ce travail comme le témoignage de ma
reconnaissance, Ma gratitude et mon profond amour.

A mes Frères :MOUHAMED ,MOUSSA ,YOUCEF,IBRAHIM ,AHMED et
sœurs :FREIHA ,HABIBA,IMEN ,ASMA ,FATIHA , BASMA,ACHWAK ,MERIEM.et
tous mes amis. sans oublier ma chère NAWEL.

Et aussi mon fiency ISMAIL.

A toute ma famille...pour leurs compréhensions et leurs encouragements, Qu'ils
trouvent ici l'expression de ma sincère amitié.

A tous mes enseignants, je leur exprime Ma
profonde gratitude.

A tous les étudiants de la promotion
Production végétale et environnement.

Souad

Dédicases

A Allah

Le Tout puissant Qui m'a inspiré, m'a guidé dans
le bon chemin et à qui Je dois ce que je suis devenue
Louanges et remerciements pour votre clémence et miséricorde.

A Ma très chère Mère,

A mon très cher père

C'est pour moi un jour d'une grande importance, car je
sais qu'ils sont à la fois fiers et heureuse de voir le fruit de leurs
éducations et de leurs efforts inlassables se concrétiser
et leurs soutiens et leurs prières ont été pour moi un
stimulant tout au long de mes études.

C'est grâce à ALLAH puis à vous que je suis devenue
ce que je suis aujourd'hui.

Acceptez ce travail comme le témoignage de ma
reconnaissance, Ma gratitude et mon profond amour.

Mon marie SAMIR et mfilie DJOUMANA AYET ERRAHMAN

A mes Frères :ANTAR,HAMZA FATEH , FARIDet sœurs :, NADJAT, SOUAD
,HAYAT et tous mes amis :SARA ,IBTISSEM ,NOURA ,DJAWIDA
,CHAHRA ,HANAN,BARISA,AMINA . sans oublier ma chéréMARAM , ASMA
,YOUNESSE ,MONCIF , AATEF , AMANI YAHIA , ZAKARIA , AMAR.

A toute ma famille...pour leurs compréhensions et leurs encouragements, Qu'ils
trouvent ici l'expression de ma sincère amitié.

A tous mes enseignants, je leur exprime Ma
profonde gratitude.

A tous les étudiants de la promotion
Production végétale et envirenement.

Karima

Dédicases

A Allah

Le Tout puissant Qui m'a inspiré, m'a guidé dans
le bon chemin et à qui Je dois ce que je suis devenue
Louanges et remerciements pour votre clémence et miséricorde.

A Ma très chère Mère,

A mon très cher père

C'est pour moi un jour d'une grande importance, car je
sais qu'ils sont à la fois fiers et heureuse de voir le fruit de leurs
éducations et de leurs efforts inlassables se concrétiser
et leurs soutiens et leurs prières ont été pour moi un
stimulant tout au long de mes études.

C'est grâce à ALLAH puis à vous que je suis devenue
ce que je suis aujourd'hui.

Acceptez ce travail comme le témoignage de ma
reconnaissance, Ma gratitude et mon profond amour.

A mes Frères : ZINE ELABIDINE, ABDERRAHMANE et sœurs : ,IMENE ,AYA .et

A toute ma famille...pour leurs compréhensions et leurs encouragements, Qu'ils
trouvent ici l'expression de ma sincère amitié.

A tous mes enseignants, je leur exprime Ma
profonde gratitude.

A tous les étudiants de la promotion

Production végétale et environnement.

Salah

Remerciements

Nous tenons en premier à remercier Allah le tout

**Puissant De nous avoir donné le courage, la volonté, Lamour, Le
savoir et surtout la patience pour pouvoir produire ce modeste
travail.**

**Nous tenons à remercier notre promoteur Mr HAMDANI
MOURAD**

et à mon Co promoteur.

M^{ELLE} TIR CH. Pour ses aide, ses orientations

**judicieux, ses qualités humaines et leur efficacité et pour
l'élaboration de ce travail.**

**Nous voudrions remercier le président de jury M^{ELLE} TIR
l'examineur M r BAHLOULI F.**

d'avoir accepté de juger notre travail.

Sommaire

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction.....01

Partie bibliographique

Chapitre I : Généralités sur le pommier.....03

I-1-Présentation de l'espèce.....03

I-1-1-Origine du pommier03

I-2- Importance économique du pommier.....03

I.3. Caractéristiques botanique.....05

I.3.1.Classification.....05

I.4. Caractéristiques morphologiques du pommier05

I.5.Caractéristiques biologiques.....06

I.5.1.Le Cycle annuel du pommier..... 06

I.5.2.Le repos hivernal.....07

I.5.3.La période active de végétation.....07

I.5.4.Différentes productions de pommier..... 09

I.5.4.1.Productions à bois.....09

I.5.4.2.Productions à fruits.....10

I.5.5.Stades phénologiques repères du pommier.....12

Chapitre II : Effet du climat sur le pommier.....16

II.1.Exigences pédoclimatiques..... 16

II.1.1.Les exigences pédologiques.....	16
II.1.2.Les exigences climatiques.....	16
II.1.2.1.Rôle des températures.....	16
II.1.2.2.Les besoins en eau.....	18
II.1.2.3.Vent.....	19
II.1.2.4.Neige.....	19
II.1.2.5.Gelées	19

Partie expérimentale

Chapitre I : Présentation des stations d'étude.....20

I.1. Situation géographique.....	20
I.2.Le relief.....	21
I.3.L'Hydrogéologie.....	21
I.4.Caractéristiques des stations d'étude.....	22
I.5.Le climat	22
I.5.1. Les températures	22
I.5.2. Les précipitations.....	23
I.5.3.Humidité relative	24
I.5.4.Le Vent.....	25
I.5.5.Synthèse climatique.....	25
I.5.6.Diagramme ombrothermique de GAUSSEN et BAGNAULS.....	25
I.5.7.Climagramme d'Emberger.....	26

Chapitre II : Matériel et méthodes.....29

II.1.Caractéristique culturelle des parcelles d'étude.....	29
II.2. Matériel végétale.....	30
II.3.Caractéristique des variétés étudiées.....	30
II.4.Dispositif expérimental.....	34

II.5.Méthodes d'étude	34
II.5.1.Etude phénologique.....	34
II.5.1.1.Débourrement des bourgeons.....	34
II.5.1.2.Floraison.....	35
II.5.2 Etude des indices climatique.....	35
II.5.2.1.Besoin en froid.....	35
II.5.2.2.Degrés en jours de croissance.....	35
Chapitre III : Résultats et discussion.....	37
III.1.Résultats et interprétation de l'étude phénologiques.....	37
III.1.1.Débourrement des bourgeons.....	37
III.1.2.La floraison.....	40
III.2.Degrés en jours de croissance de pommier.....	44
III.3.Unité de froid	44
Conclusion.....	47
Références bibliographiques	

Liste des abréviations

% : Pourcentage.

Cm : Centimètre.

°C : Degrés Celsius.

DJ : Degré-jour.

FAO : Food agriculture organisation.

H : Heurs.

Ha : Hectare.

I.T.A.F.V : Institut Technique de l'Arboriculture Fruitière et de la Vigne.

K : Potassium.

Km : Kilomètre.

M : Mètre.

MADR : Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural.

Mm : Millimètre.

N : Azote.

P : Phosphore.

PH : Potentiel d'hydrogène.

T: Tonne.

TM : Température maximale.

Tm : Température minimale.

SAU : Surface Agricole Utile.

Qtx : Quintaux.

SAT : Superficie Agricole Totale.

G : Golden.

Liste des figures

N°	Titre	Page
01	Œil de bois de Golden.	09
02	Rameau de Golden.	09
03	Gourmand de Golden.	10
04	Bouton à fleure de Golden.	10
05	Brindille couronnée de Golden.	10
06	Brindille simple de Golden.	10
07	Bourse de Golden.	11
08	Lambourde de Golden.	11
09	Dard de Golden.	12
10	limites géographiques de la wilaya de M'sila	20
11	Limites administratifs des stations d'étude	22
12	Diagramme ombrothermique de Gausсен et Bagnouls de la région de Boussaada entre 2005 et 2016	26
13	Positionnement des stations d'étude dans le Climagramme d'Emberger entre 2005 et 2016	28
14	Organe de fructification de la variété Golden Dilicious.	31
15	Organe de fructification de la variété Anna	33
16	Taux de débourrement des variétés étudiées	38
17	Taux de floraison des variétés étudiées	42

Liste des tableaux

N° du tableau	Titre	Page
01	Importance de la culture du pommier dans le monde en 2007	04
02	Evolution de la culture du pommier en Algérie (2006-2015)	04
03	Les stades phénologiques du pommier	13
04	Besoins en froid des différentes variétés de pommier	17
05	Valeurs des températures moyennes mensuelles et annuelles de la station de Boussaada, campagne 2005/2016	23
06	Valeurs des précipitations mensuelles de la région de Boussada de 2005 à 2016	24
07	Valeurs de l'humidité moyenne mensuelle de la région de Boussaada notées de 2005 à 2016	24
08	Moyennes mensuelles et annuelles de la vitesse du vent en m/s de 2005 à 2016	25
09	Les valeurs des paramètres Q ₂ , P et M. enregistrées pour les régions de Boussaada et Mohamed Boudiaf durant la période 2005 – 2016.	27
10	Travaux agricoles effectués au niveau des vergers d'étude.	29
11	Dates, durée et pourcentages de débourrement des variétés <i>Golden délicious</i> et <i>Anna</i>	37
12	Epoque de floraisons de les variétés Golden Délicious et Anna pendant la campagne 2016/2017	40
13	Date et pourcentage de floraison (<i>Golden Délicious</i> et <i>Anna</i>)	41
14	Evolution des valeurs de degré en jour de croissance selon les stades de floraison.	44
15	les températures maximales, minimales et l'unité du froid pour le pommier durant la période d'étude	45

Introduction :

L'arboriculture fruitière prend une grande extension dans tout le bassin méditerranéen, comme elle fait partie intégrante de la vie économique et sociale de l'Algérie.

Le pommier *Malus domestica Borkh* est l'espèce fruitière la plus cultivée dans le monde en zone tempérée (**CHouinard et al., 2000**). En Algérie la culture du pommier est en progression durant cette dernière décennie. A partir de l'année 2011, la superficie des vergers a évolué de 70% qui correspond à une augmentation annuelle de 13% avec une production de 35% (**FAO, 2008**) par conséquent, elle traduit l'importance de l'espèce et son large éventail de débouchés des récoltes (fruits frais, confiture, jus de fruits, et utilisation en pâtisserie).

La croissance des plantes est conditionnée par le climat qui interfère sur leur développement qualitatif et quantitatif. Pour les espèces cultivées et notamment le pommier, c'est la rentabilité du verger qui peut être remise en cause, soit par des épisodes extrêmes, soit par des climatologies atypiques.

Cependant, les techniques mises en place par les arboriculteurs permettent de se prémunir d'un certain nombre de dégâts potentiels. En effet le climat et le principal facteur qui détermine la production d'une espèce donnée. Les impacts des conditions climatiques et principalement les températures, sur le cycle de développement du pommier, c.-à-d les stades phénologiques constituent les premiers facteurs explicatifs de telles ou telles productions obtenues. Donc, l'étude de la phénologie des espèces est une obligation pour expliquer les processus d'adaptabilité avec l'environnement d'une part, et d'autre part pour interpréter les résultats de rendements obtenus d'une campagne à une autre.

La phénologie étudie les phénomènes périodiques des plantes. Elle cherche à saisir la progression temporelle, spatiale et stationnelle de la réapparition de ceux-ci (**Malaisse, 1967**).

Elle est fortement corrélée avec des caractères adaptatifs (ainsi, la tardivité du débournement végétatif est souvent liée à la résistance aux gelées printanières). Le champ d'étude de la phénologie consiste à enregistrer, dans le temps, le retour des étapes de croissance et de développement des plantes et à étudier les facteurs qui l'influencent (**Defila et Clot, 2000**).

Dans ce cadre, ce travail vise l'étude du comportement de deux variétés de pommier en conditions aride vis-à-vis des éléments du climat qui occupe une place importante dans l'arboriculture fruitière de notre pays qui sont *Golden Délicious* et *Anna*.

Notre travail est divisé en deux parties :

Une partie bibliographique qui comporte deux chapitres ; le premier chapitre porte sur des généralités sur le pommier, dans le second chapitre nous traitons l'effet du climat sur l'espèce étudiée.

Une partie expérimentale présentée par trois chapitres, le premier sur la présentation de la région d'étude, le second sur la méthodologie et dans le troisième chapitre nous avons exploités les résultats obtenus et les discutés.

Chapitre I : Généralités sur le pommier

I-1-Présentation de l'espèce :

I-1-1-Origine du pommier :

Le pommier a été connu treize siècles avant Jésus Christ sous le règne de Ramsès.

Ensuite, il a été cultivé par les Grecs et les Romains (**Spain, 1987**). Le berceau du pommier se situe très certainement dans le Caucase et sur les bords de la mer caspienne. De ces régions, sa culture s'est étendue à l'Europe orientale, à la Russie, puis à l'Europe occidentale (Atlas d'arboriculture fruitière).

Le genre *Malus* a été identifié comme datant de l'ère tertiaire (**Massonnet, 2004**) ; Il serait originaire du Caucase et des bords de la mer caspienne, de là et à partir de la préhistoire son extension s'est faite vers l'Europe Orientale, la Russie, l'Europe Occidentale et l'Afrique du Nord (**Hugard, 1974**).

La délimitation du nombre d'espèces au sein du genre *Malus* est problématique. Entre 38 et 78 principales espèces sont reconnues, selon les approches taxonomiques (**Robinson et al., 2001** , **Luby, 2003**). Ces espèces sont groupées en sections (*Malus*, *Sorbomalus*, *Eriobolus*, *Docyniopsis*, et *Chloromeles*) et séries comme *Malus* et *Baccata* qui composent la section *Malus* (**Luby, 2003**).

Des études paléontologiques ont révélé la présence du genre *Malus* à l'ère tertiaire (**Challice et Westwood, 1973**). En suite la culture du pommier s'est répandue dans toutes les parties du monde. Ce n'est qu'avec (**Knigh, 1759**) cité par (**Brown, 1975**). que commence la création de nouvelles variétés grâce à l'hybridation contrôlée (**Brown, 1975**).

Le pommier cultivé a été longtemps appelé *Malus domestica* Borkh. Depuis un demi-siècle, de nombreux travaux sont effectués pour introduire par hybridation chez le pommier cultivé pour des résistances aux maladies. Ceci a conduit à dénommer le pommier cultivé *Malus domestica* Borkh. (**Korban et Skirvin ,1984**).

I-2- Importance économique du pommier :

A/-Dans le monde :

Le pommier est une espèce fruitière cultivée dans le monde entier, la pomme étant

l'une des quatre plus grandes cultures fruitières avec la banane, le raisin et les agrumes les variétés les plus répandues sont :

* Golden Délicious (35%), RedDélicious (15%), Cox's Orange (8%), Belle de Boskoop (4%), Morgenduft (4%).

Tableau 01 : Importance de la culture du pommier dans le monde en 2007

Pays	Superficie(Ha)	Production (Tonne)	Rendement (Tonne/Ha)
Russie	370000	2211000	5,97
Inde	261600	2001400	7,65
Iran	202000	2660000	13,16
Pologne	175400	1039100	5,92
Ukraine	170000	707000	4,15
USA	156000	4237730	27,16
Turquie	110000	2266437	20,61
Roumanie	62897	374799	5,95
Italie	61188	2072500	33,81
France	46000	1800000	39,13

(F.A.O, 2008)

D'après le tableau ci-dessous les principaux pays producteurs de pommier dans le monde sont : U.S.A, Turquie, Iran, Russie, avec des Superficies (Ha) importantes (FAO ,2008).

B/-En Algérie :

En Algérie, la superficie occupée par le pommier est presque triplé pendant les dix dernières années avec une superficie consacrée environ 87248 ha en 2014(**Tableau n°02**) (MADR, 2016).

Tableau n°02 : Evolution de la culture du pommier en Algérie (2006-2015)

Année	Superficie(Ha)	Production(Qtx)	Rendements(Qtx/Ha)
2006	83376	2832420	33,97
2007	85470	1900095	22,23
2008	85470	1840093	21,53
2009	89005	2647691	29,74
2010	92271	3786367	41,04
2011	92058	4041050	43,90
2012	89678	3975290	44,33
2013	89094	4559372	51,17
2014	87248	4628154	53,04
2015	87138	4617363	52,98

(ITAFV, 2016)

C/-Dans la Wilaya de M'sila :

La production du pommier, dans la région de M'sila est de l'ordre de 17440 Qtx, sur une superficie de 487Ha en 2014, puis la superficie régresse pour atteindre 397 Ha en 2016 avec une production de 16936Qtx. Ceci est dû au manque d'eau et d'entretien des vergers ainsi que les conditions climatiques difficiles (DSA , 2017).

I.3. Caractéristiques botanique**Classification**

Pendant longtemps, Les botanistes ont considéré que le pommier constituait le sous genre *Malus* au sein du genre *Pyrus*. L'appellation du pommier était alors *Pyrus Malus*. Le pommier est actuellement classé dans le genre *Malus* qui selon (Chevru et Misot, 1985) distinct du genre *Pyrus*. D'après REHDER, A. (1956), le genre *Malus* comprend 25 à 30 espèces et plusieurs sous-espèces.

Lafaon et al., (1996), ont classés le pommier comme suite:

Embranchement	: Spermaphytes
Sous Embranchement	: Angiospermes
Classe	: Dicotylédones
Sous Classe	: Dialypétales
Famille	: Rosacées
Sous Famille	: Maloïdeae
Genre	: <i>Malus</i>
Espèce	: <i>Malus domestica</i> (BORKH)
	: <i>Malus pumila</i> (LAMARCK)
	: <i>Malus communis</i> (MILL)

I.4. Caractéristiques morphologiques du pommier**A/L'arbre :**

Le pommier est un arbre buissonnant de vigueur moyenne, à port arrondi, il atteint 6 à 8 mètres et même 10 mètres d'hauteur avec des branches divergentes, retombantes avec l'âge BRETAUDEAU J., (1978).

B/ Rameaux :

Les rameaux du pommier sont à écorce lisse, brune, à lenticelles plus ou moins nombreuses suivant les variétés, devenant rugueuses sur le vieux bois. Ils portent des bourgeons qui peuvent être végétatifs ou inflorescentiels (**Bretonneau, 1978**).

C /Feuilles :

Les feuilles sont caduques, alternes, simples, entières et dentées sur les bords, velues dans leurs jeunesse, à pétiole plus court et accompagné à sa base de deux stipules foliacées (**Bretonneau, 1975 ; Massonnet, 2004**).

D/Fleurs :

Les fleurs sont regroupées en corymbes de 8 à 11 fleurs portées à l'extrémité de rameaux courtes, nommées brindilles couronnées, ou directement sur les brindilles au niveau des boutons axillaires (**Coutanceau, 1962**). Elles sont hermaphrodites et la reproduction de l'espèce est assurée avec une allogamie prédominante (**Bore et Fleckinger, 1997**).

La floraison est préférentiellement croisée (**Gautier, 1993 ; Gallais et Bannerot, 1995**).

Le principal agent pollinisateur est l'abeille domestique (**Massonnet, 2004**).

L'ovaire de la fleur et les tissus soudés qui l'environnent (bases de filets, des pétales et des sépales) se développent pour former un fruit charnu complexe, de couleur et de goût variable selon les variétés (**Massonnet, 2004**).

E/Fruit :

Le fruit est une drupe, à mésocarpe charnu entourant 5 loges cartilagineuses et a chair croquante de teinte blanchâtre, jaune ou rose, les loges contenant le péricarpe (**Bretonneau, 1978**).

I.5.Caractéristiques biologiques**I.5.1.Le Cycle annuel du pommier :**

Le pommier comme toute plante pérenne des régions tempérées, passe par deux grandes périodes : le repos hivernal (la dormance) et la période active de végétation.

I.5.2. Le repos hivernal :

Selon (**Gautier, 1987**), c'est la période qui commence de la chute des feuilles en automne et prend fin au débourrement à la fin de l'hiver. Une période d'inactivité apparente.

L'arbre n'est pas toute fois au repos total les racines continuent de croître, les ébauches florales prennent forme dans les bourgeons, les réserves migrent vers les ramifications à l'automne, la diminution progressive des températures permet aux bourgeons d'entrer en phase d'endo-dormance (**Lasko, 1994 cité par Massonnet, 2004**). A la fin de l'hiver, lorsque les températures deviennent suffisamment élevées on assiste à la levée de dormance (**Gautier, 1987**).

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 (**Anonyme, 2002**).

I.5.3. La période active de végétation :

Cette période s'étale du débourrement à la chute des feuilles et durant laquelle l'arbre manifeste une activité intense : allongement des pousses, floraison, grossissement des fruits, lignification du bois,...etc (**Gautier, 1987**).

A/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 des ébauches florales au niveau de l'apex vers la formation des ébauches florales.

La formation des boutons floraux dépend de : l'âge de l'arbre, la variété, la conduite du verger, l'irrigation, le sol, les conditions climatiques, et surtout les températures et la luminosité au moment de l'induction florale.

- 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.

- 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 (**Bidabe, 1965**).

B/Pollinisation :

D'après **GAUTIER M., (1993)**, les pommiers ne sont pas autofécondés ou auto compatibles et elles ont besoin d'une pollinisation croisée pour la nouaison. Lors de l'établissement de nouveaux vergers, il convient d'accorder une attention particulière à la disposition des cultivars au sein des rangées afin d'assurer une combinaison adéquate de cultivars inter fertiles fleurissant au même moment.

C/Fécondation et nouaison :

Depuis que la pomme est le produit allogame, la fécondation de la fleur intervient comme le facteur le plus important, elle aura lieu quand les grains de pollen atteindront les ovules des fleurs qui doivent être réceptifs.

La nouaison a lieu après la fécondation, le taux peut atteindre 25 à 30%, mais 10 % suffisent (**Anonyme, 2003**).

D/Grossissement des fruits et maturation :

Théoriquement, la succession de plusieurs phases biologiques traduit nettement l'évolution du fruit qui se résume en trois phases :

- 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 ou s'amorce le processus biochimique conduisant à la maturité et à la sénescence du fruit (**Bidabe, et al., cités par Brahim, 1985**).

Chez les pommes groupes Délicieuse 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.

I.5.4. Différentes productions de pommier :

I.5.4.1. Productions à bois :

A/L'œil à bois:

L'œil à bois est inséré sur le rameau à l'aisselle d'une feuille. Il évolue l'année qui suit sa formation en donnant une pousse feuillée ou un dard. Les yeux à bois qui sont présents sous les écorces restent latents et ne se développent qu'à la suite d'interventions très sévères (**fig.01**).



Figure 01: Œil à bois (ITAFV, 2015).

B/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 (**fig.02**)(Coutanceau, 1962).



Figure 02 : Rameau (ITAFV, 2015).

C/Le gourmand :

Le gourmand est un rameau d'une vigueur exceptionnelle, on le trouve à la partie inférieure des charpentières, au sommet d'un coude...On le reconnaît facilement à la couleur de son bois (**fig.03**).



Figure 03 : Gourmand (ITAFV, 2015)

I.5.4.2. Productions à fruits :

A/Le bourgeon 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 (fig.04) (Coutanceau, 1992 ; Gautier, 1993).



Figure 04: Boutons à fleurs (ITAFV, 2015).

B/Brindilles :

La brindille est un petit rameau flexible atteignant à peine 20-25cm de longueur. Si elle porte à son extrémité un œil à bois on l'appellera brindille simple, et si elle porte à son extrémité un bourgeon floral on l'appellera brindille couronnée (fig.05 et 06).



Figure05: Brindille couronnée (ITAFV, 2015). **Figure06 :** Brindille simple (ITAFV,2015).

C/Bourse :

Après la cueillette ou la chute des fruits, la zone d'insertion des fruits s'enfle en une masse charnue dénommée bourse. Cet organe de réserve en matières nutritives, se maintient sur l'arbre et peut porter des dards, des brindilles (**fig.07**).



Figure 07: Bourse (ITAFV,2015).

D/Lambourde :

Elle ressemble au dard mais elle porte à extrémité un bourgeon floral. Sur le poirier et le pommier, les lambourdes prennent rarement naissance sur le bois d'un an (**fig.08**) (Roger et Jussiaux, 1980).



Figure 08: Lambourde (ITAFV,2015)

E/Le dard :

C'est un rameau très court, de 1 à 3cm, terminé par un petit œil conique, il porte cinq à huit feuilles durant la période de végétation (collerette). Dans la majorité des cas, le dard se transforme en bourgeon à fruit après deux ans (lambourde), mais il peut redonner une pousse à bois ou demeurer plusieurs années sans évoluer (**fig.09**).



Figure 09 : Dard (ITAFV, 2015).

I.5.4.3. Phénomène de fructification de pommier :

Les arboriculteurs classent les pommiers suivant l'importance des coursonnes sur des structures de différents âges. La connaissance de ces types facilite et adapte la taille à la variété en favorisant au mieux la qualité de fruit. Il y a 04 types de fructification de pommier :

-Type 01/ spurs : fructification sur bois de 3 ans et plus (lambourde) et donc pas de brindilles. ex : Star Krimson (ce type présente une forte alternance).

-Type 02 / Fructification sur bois de 2 ans (lambourde) et on a peu de brindille.

Ex : Reine des reinettes.

-Type 03 / Fructification sur bois 1 ans, 2 ans et 3 ans (brindille couronnée et lambourde).






Ex : Golden Délicious.








-Type 04 / fructification sur bois de 1 ans (brindille, couronnée, ex : Granny Smith (fruit du pommier à couleur verte) (Evelyne et al., 2008).







I.5.5. Stades phénologiques repères du pommier:

Comme les autres espèces arboricoles le pommier passe par plusieurs stades phénologiques démontrés dans le **tableau 03** ci-dessous.

Tableau 03 : Les stades phénologiques du pommier

Code BBCH	Code baggiolini	Pommier Stade repère	Description
0 = Repos hivernal			
00	A		BOURGEON D'HIVER (dormance) Les bourgeons sont fermés et recouverts de leurs écailles protectrices.
5 = Apparition de l'inflorescence			
51	B		GONFLEMENT DES BOURGEONS Premier gonflement visible du bourgeon floral; les écailles ont des taches claires et s'allongent.
53	C		ÉCLATEMENT DES BOURGEONS Les extrémités des feuilles entourant les fleurs sont visibles.
54	C3		OREILLE DE SOURIS Les extrémités des feuilles dépassent les écailles de 10 mm, les premières feuilles se séparent.
56	D		BOUTON VERT Les fleurs encore fermées commencent à se séparer.
5 = Apparition de l'inflorescence			

57	E		BOUTON ROSE Les sépales s'ouvrent légèrement, les pétales s'allongent et deviennent visibles.
59	E2		BALLONNETS La plupart des fleurs forment avec leurs pétales un ballon creux.
6 = Floraison			
61	F		DÉBUT FLORAISON Environ 10 % des fleurs sont ouvertes.
65	F2		PLEINE FLORAISON Plus de 50 % des fleurs sont ouvertes, les premiers pétales tombent.
67	G		FLORAISON DÉCLINANTE La plupart des pétales sont tombés.
69	H		FIN FLORAISON Tous les pétales sont tombés.
7 = Développement des fruits			
71	I		NOUAISON Diamètre des fruits jusqu'à 10 mm, chute physiologique des jeunes fruits.

72	J		TAILLE NOISETTE Diamètre des fruits jusqu'à 20 mm
74			STADE T Fruits dressés, la base du fruit et sa tige forment un T, diamètre des fruits jusqu'à 40 mm.
77			CROISSANCE DES FRUITS Les fruits ont atteint 70 % de leur taille finale
8 = Maturation des fruits			
81			DÉBUT MATURATION Les fruits ont atteint leur taille finale, la couleur spécifique de la variété apparaît.
85			MATURITÉ AVANCÉE Intensification de la coloration spécifique de la variété.
87 – 89			RÉCOLTE, PLEINE MATURITÉ GUSTATIVE Goût et consistance des fruits typiques de la variété.

Arboriculture | Stades phénologiques repères des fruits à pépins (pommier et poirier), 2013)

Chapitre II : Effet du climat sur le pommier

La croissance des plantes, est conditionnée par le climat, qui interfère sur leur développement qualitatif et quantitatif (CTFL, 2011).

II.1.Exigences pédoclimatiques :

La culture du pommier, s'étend dans toutes les zones tempérées de l'Hémisphère Nord (30° à 60° de l'altitude N) et de l'Hémisphère Sud (30° à 40° de l'altitude S), jusqu'à une altitude de 800m (EL Idrissi, 2014).

II.1.1.Les exigences pédologiques :

Le pommier est capable de croître et de produire des fruits, dans une gamme de sols aux caractéristiques physiques et chimiques très variables. Il apparaît, comme une espèce particulièrement plastique, vis-à-vis des conditions du milieu. Le pommier préfère toutefois les sols de limon profond, fertiles et suffisamment bien drainés. Les sols argilo-limoneux et argilo-sableux lui conviennent également dès lors que le grainage est suffisamment drainées, il peut être sujet à des mortalités lors d'années très pluvieuses. Notons que certains portegreffes sont plus sensibles que d'autres à l'asphyxie des racines. Le pommier est assez tolérant aux pH élevés (8 – 8,5) et au calcaire actif, pourvu qu'il ne soit pas en situation d'asphyxie. L'irrigation est indispensable si l'on veut obtenir des récoltes satisfaisantes en quantité et en qualité (EL Idrissi, 2014).

II.1.2.Les exigences climatiques :

L'aire de culture de pommier, est l'une des plus étendue que l'on connaisse pour une seule espèce. Au moyen orient, certains cultivars prospèrent sous un climat subtropical. On connaît également, des cultivars de pommiers capables de pousser dans des conditions circumpolaires. Bien mieux, une seule variété telle que *Golden Délicious* est cultivée en Europe, dans des conditions satisfaisantes des bords de la Méditerranée jusqu'au Danemark.

La variété *Golden Délicious* constitue, cependant une exception, et la plupart des variétés de pommiers ont des exigences plus restreintes dont il faut tenir compte au moment du choix variétal (El Idrissi, 2014).

II.1.2.1.Rôle des températures :

Les températures, jouent un rôle prédominant sur le développement du pommier, en rythmant le cycle de vie, mais également en influant sur la qualité du fruit.

L'arbre peut résister, en repos végétatif, à des températures inférieures à $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$. Ses besoins en froid hivernal varient, selon les cultivars, de 1 000 à 1 600 heures (température $<7^{\circ}\text{C}$) (CTFL, 2011).

Dans ce cas, il y a lieu de distinguer deux situations annuelles différentes, le repos de l'arbre et la période de végétation.

A/Repos de l'arbre :

Au cours de la période de croissance active, les plantes sont sensibles au froid. Ainsi, à des températures proches de celles de la congélation, les tissus sont endommagés suite à une cristallisation de l'eau intercellulaire voire même intracellulaire (Westwood ,1978). Pour échapper aux stress physiologiques et aux conditions climatiques défavorables, les plantes ont développée des mécanismes d'adaptation. Chez les espèces à feuilles caduques, le mécanisme de repos végétatif en est un. Ce mécanisme permet aux bourgeons de ces espèces de survivre et résister aux conditions climatiques limitantes (Westwood ,1978).

La dose de froid qu'exigent les bourgeons, pour entamer la période de croissance et développement est connue sous le terme : " Besoin en froid" qui est une caractéristique essentielle des espèces ligneuses des régions tempérées. Ce besoin est souvent évalué par une somme de froid, somme de températures inférieures à 7°C (EL Moatamid ,1983).

C'est un élément important pour la compréhension de la répartition géographique des espèces à feuilles caduques. Le besoin en froid varie d'une variété à l'autre au sein de la même espèce (Tableau 04).

Tableau 04 : Besoins en froid des différentes variétés de pommier

Besoins en froid	variétés de pommier
Faible (moins de 650 heures)	<i>Hanna</i>
Moyen (de 650 à 950 heures)	<i>Royal Gala, Golden Délicious, Star krimson</i>
Elevé (plus de 950 heures)	<i>Golden Délicious, Star krimson</i>

(ITAFV, 2015)

Ainsi à partir de l'évaluation des besoins en froid et des données climatiques, on peut faire la prévision de la date de levée de dormance et celle de la floraison d'une variété donnée.

Le manque de froid hivernal, est rencontré dans les climats à hiver doux. Selon de nombreux auteurs, la non satisfaction des besoins en froid d'un cultivar peut être. Caractérisée par les symptômes suivants (Lazaar ,1987):

- Une chute des bourgeons floraux et végétatifs.
- Une feuillaison faible avec un manque de vigueur des rameaux.
- Une floraison tardive.
- Des fleurs déformées ayant peu de pollens.
- Un calibre et une maturité des fruits très hétérogènes,
- Un rendement et une qualité des fruits médiocres.

B/Période de végétation :

Après la levée de dormance par le froid hivernal, les bourgeons peuvent s'épanouir et fleurir lors d'un réchauffement du temps. Sous un même climat, ce sont donc les variétés à faible besoin en froid qui fleurissent les premières. A partir de ce moment les bourgeons floraux sont susceptibles de subir des dégâts de gel printanier si une nouvelle vague de froid survient causant la destruction plus ou moins complète des fleurs, et des lésions durables sur les jeunes fruits. Les blessures engendrées par l'éclatement des cellules et des tissus consécutif à la formation de glace, constituent aussi une porte d'entrée pour les microorganismes (**Bondoux, 1978**).

II.1.2.2. Les besoins en eau :

Les besoins en eau varient selon le volume de l'arbre, les situations climatiques et les objectifs particuliers de production fruitière. Mais le pommier possède des phases de croissance, dont l'évolution est conditionnée par l'alimentation hydrique et azotée : Du mois de Mai à Juillet, on observe de gros besoins pour assurer la croissance végétative de mois de mois de Mai à Septembre, la multiplication et le grossissement des cellules des fruits induisent également des besoins importants. Le pommier est une espèce exigeante en eau et ses besoins sont estimés à 600 –700 mm/ha/an.

a/Excès d'eau

La présence durable d'eau au niveau du système racinaire peut perturber le fonctionnement de l'arbre et induire des pertes de rendement par insuffisance de calibre.

L'induction florale et affectée est sera inférieure aux attentes.

b/Pluies :

Les pluies hivernales peuvent causer la formation de couches de glace en surface, lesquelles peuvent entraîner l'anoxie et des dommages physiques au système racinaire. De plus, la glace peut occasionner une plus grande pénétration du gel. Les précipitations journalières sous forme de pluie au cours de la période froide sont donc

utilisées pour évaluer les risques de formation de couches de glace (**Rochette et al., 2004**).

II.1.2.3.Vent :

Le facteur du vent a un rôle déterminant en culture fruitière : des vents forts et soutenus peuvent causer des dommages importants dans les vergers parce qu'ils peuvent gêner le travail des abeilles lors de la floraison, causer la chute d'une quantité importante de pommes avant la cueillette, abîmer les fruits en les faisant se frotter les uns aux autres ou encore contre les branches. Les grands vents peuvent aussi dessécher les jeunes rameaux de l'année, les rendant ainsi plus sensible aux attaques de l'hiver. Les vents d'hiver, peuvent aussi déplacer la neige et ainsi dénuder la base des arbres les rendant ainsi plus vulnérable au gel des racines : heureusement, il aide au séchage des feuilles et des fruits après la pluie, empêchant ainsi le développement de certaines maladies fongiques (**CTFL,2011**).

II.1.2.4.Neige :

De fortes chutes de neige peuvent occasionner des dégâts aux installations paragrêles et entraîner des bris de branches. La chute exceptionnelle de neige en période de floraison provoque des dégâts importants (chute énorme des fleurs) (**CTFL, 2011**).

II.1.2.5.Gelées :

Les températures négatives sont sans effet sur le pommier en repos hivernal. Par contre, dès que l'arbre reprend sa croissance végétative, les bourgeons vont montrer une sensibilité croissante aux températures négatives. Les seuils critiques d'apparition de dégâts sont variables selon les stades phénologiques. Les pertes sont directes par chute du rendement ou indirectes par la présence de fruits non-commercialisables (craquelures, anneaux) (**CTFL, 2011**).

Chapitre I : Présentation de la station d'étude

I.1. Situation géographique

La Wilaya de M'sila se trouve en attitude de 35° 40' N, en longitude de 04° 30' E, sur une altitude de 500 m. Dans ses limites actuelles, occupe une position privilégiée dans la partie centrale de l'Algérie du Nord dans son ensemble, elle fait partie de la région des Hauts Plateaux du centre et s'étend sur une superficie de 18.175 km², diviser en 15 Daïras et 47 communes. Sa position géographique fait que sa vocation principale demeure l'agro-pastoralisme tributaire d'une pluviométrie malheureusement faible et irrégulière ne dépassant pas les 250 mm par an (ANDI ,2013).

La wilaya de M'sila limitée :

- Au Nord Est : les wilayas de Bordj Bou-Arreidj et Sétif.
- Au Nord Ouest : les wilayas de Média et Bouira.
- A l'est : la wilaya de Batna.
- A l'ouest : la wilaya de Djelfa.
- Au Sud Est : la wilaya de Biskra (**fig.10**).



Figure n°10 : limites géographiques de la wilaya de M'sila (ANDI, 2013).

I.2.Le relief

Le territoire de la Wilaya constitue une zone charnière et de transition entre les deux grandes chaînes de montagnes que sont l'Atlas Tellien et l'Atlas Saharien. La configuration géographique y est comme suit :

- Une zone de montagnes de part et d'autre du Chott El Hodna.
- Une zone centrale constituée essentiellement de plaines et de hautes plaines.
- Une zone de chotts et de dépression avec le Chott El Hodna au Centre et le Zahrez Chergui au Centre Ouest.
- Une zone de dunes de sable éolien.

I.3.L'Hydrogéologie

Il existe une nappe phréatique dont l'eau est impropre à la consommation domestique

Car elle est très chargée et saumâtre ; ainsi que des nappes profondes captives notamment celles du Hodna et de la plaine de Ain Riche.

Une grande partie de la Wilaya est considérée comme un immense bassin versant bénéficiant de l'impluvium de l'Atlas et qui reçoit les eaux de pluie des différents Oueds qui se jettent principalement au Chott El Hodna. Les potentialités en eau de surface sont estimées à 320 HM³. Les potentialités en eau souterraine sont limitées dans la Wilaya, et les nappes aquifères, actuellement connues, sont :

- La nappe phréatique.
- La nappe profonde du Hodna.
- La nappe profonde d'Ain Riche.

Les réserves en eau de la nappe phréatique sont difficilement quantifiables.

Les deux autres nappes renferment respectivement 133 HM³ et 08 HM³.

En sus de ces nappes, il y a lieu de signaler l'existence:

Du barrage du K'sob d'une capacité théorique de 29 millions de mètres cubes et qui est de nouveau envasé en dépit de la surélévation entamée en 1972 et menée à terme lors de la Décennie 1980. La protection de son bassin versant est menée dans le cadre de l'opération « grands travaux » conjointement par les deux Wilaya de B.B.Arréridj et de M'sila.

I.4.Caractéristiques des stations d'étude

Notre étude est effectuée, dans les communes de Mohamed Boudiaf distante de 120Kmd de M'sila et de Boussaada, distante de 80Km au Sud Ouest de la wilaya de M'sila, s'étend sur une superficie de 1212 Km²,

Les station d'étude se situe dans l'étage bioclimatique aride caractérisé par un été chaud et un hiver froid, avec une moyenne des précipitations annuelles de 200 à 300 mm.(fig.11).

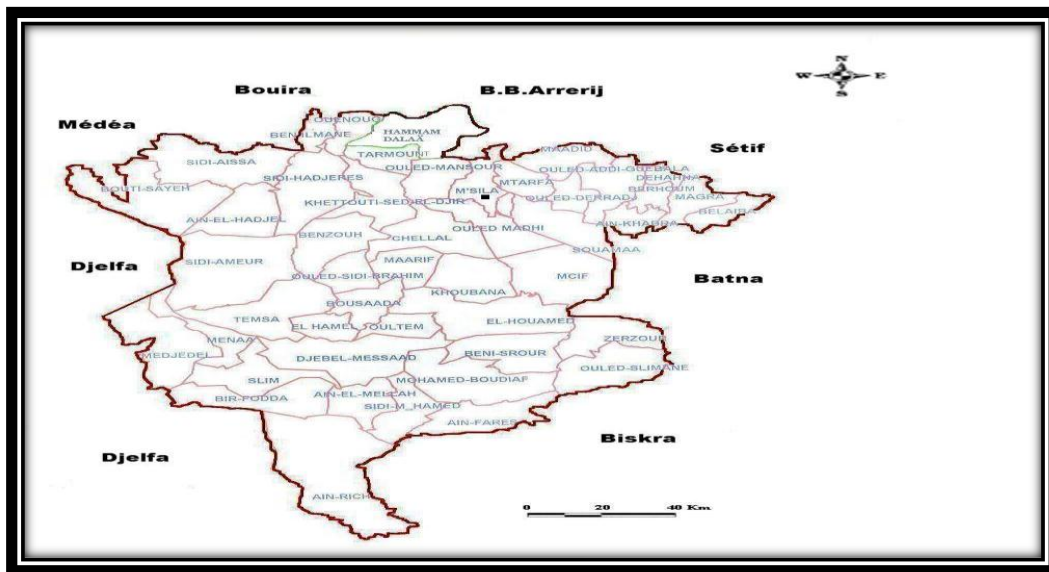
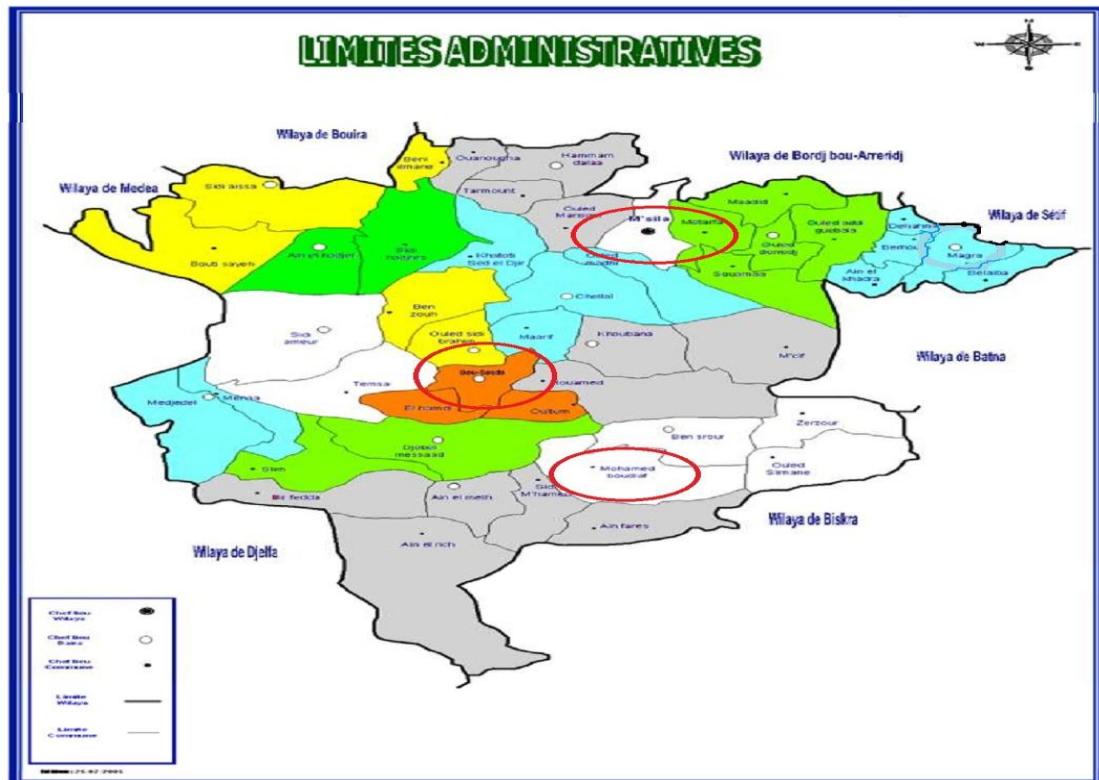


Figure 11 : Limites administratifs des stations d'étude.



BOUSSAADA (M'sila) :

La localité d'El-Maader, sise sur l'axe routier Boussaâda-M'Sila est en passe de devenir la "Mitidja" prometteuse de cette région des Hauts-plateaux grâce à un potentiel agricole à un véritable essor économique de la région.

La zone de Boussaada limitée par :

Au Nord Est : la commune de Maarrif.

A l'est : la commune de EL-Houamed.

A l'ouest : la commune de Tammssa.

Au Sud Est : la commune de Oeultem.

Au nord : la commune de Ouled Sidi Ibrahim.

Au Sud ouest: la commune de ELHammel

I.5. Le climat

Le climat joue un rôle très important dans la dynamique des populations des êtres vivants, en effet, les êtres vivants ne peuvent se maintenir en vie que sur les limites bien précise de température, de pluviométrie et humidité. A partir des données obtenues des services météorologiques Boussaâda, nous avons calculé les moyennes mensuelle et annuel des paramètres suivant :

I.5.1. Les températures :

La température joue un rôle important dans la biologie de l'arbre fruitier. Elle intervient pratiquement à tous les stades de développement de l'arbre

La température est un facteur climatique très important avec ses variations qui peuvent influencer beaucoup sur l'évapotranspiration, du déficit d'écoulement et donc sur le bilan hydrique.

Les données de température dont nous disposons sont des valeurs moyennes mensuelles relatives à la station météorologique de Boussaâda.

Les valeurs moyennes des températures mensuelles minimales et maximales sont regroupées dans le tableau 05 suivant :

Tableau 05: valeurs des températures moyennes mensuelles et annuelles de la station de Boussaada, campagne 2005/2016 .

Station		Jan	Fev	mar	avr	mai	jun	Jul	août	sep	Oct	nov	Dec
Boussada	M(°C)	12.3	14.3	17.2	22	30.7	38.1	40	39.4	35.1	27.3	18.1	10.1
	m(°C)	4.6	7.4	8.2	10.5	10	11.8	18.2	16.1	12.1	8.5	9.7	7.8
	MoyT(°C)	8.45	10.8	12.7	12.5	20.3	24.9	29.1	27.7	23.6	17.9	13.9	8.95
Mohamed Boudiaf	M(°C)	11,01	11,24	16,06	21,3	26,7	32,86	38,21	37,17	29,96	24,15	16,03	12,36
	m(°C)	3,5	3,76	4,03	7,77	12,05	16,97	21,37	20,67	16,58	11,46	4,84	1,47
	MoyT(°C)	5,66	6,13	10,34	15,17	20,24	25,76	30,7	29,72	23,5	18,05	10,82	6,47

(Source: Station météorologique de Boussada, 2017).

M : est la moyenne mensuelle des températures maximales exprimée en °C

m : est la moyenne mensuelle des températures minimales exprimée en °C

(M+m) est la température moyenne mensuelle exprimée en (Moy °C)

D'après le tableau 05, le mois de Janvier est le mois le plus froid, pour la région de Boussaâda avec 8,45°C, et pour la région de Mohamed Boudiaf avec 5,66°C, alors que, le mois le plus chaud est juillet avec 30,7°C pour la région de Mohamed Boudiaf et 29,1°C pour la région de Boussaâda.

I.5.2. Les précipitations

Elle constitue un facteur écologique d'importance fondamentale, non seulement pour le fonctionnement et la répartition des écosystèmes terrestres, mais aussi pour certains écosystèmes limniques (**Ramade ,2003**).

La répartition mensuelle et annuelle des pluviométries moyennes allant de 2005 à 2016 sont enregistrées dans le **tableau 06** .

Tableau 06 : Valeurs des précipitations mensuelles de la région de Boussaâda de 2005 à 2016

Station	Compagne	Jan	Fev	mar	avr	mai	jun	jul	août	sep	Oct	nov	Dec
Boussada	2015-2016	9.5	11.5	7.9	27.1	22.2	6.9	4.9	11.7	32.1	21.5	9.11	12.1
Mohamed Boudiaf	2015-2016	35.01	30.46	28.62	29.92	34.49	19.94	17.79	20.44	30.86	27.04	30.42	29.15

(Source: Station météorologique de Boussaâda, 2017).

P (mm): Précipitations moyennes mensuelles en mm

D'après le tableau 06, le mois le plus pluvieux est Janvier avec 35,01 mm pour la région de Mohamed Boudiaf, pour la région de Boussaada on enregistre une quantité de pluies élevé en mois de septembre avec 32,1mm ; alors que le mois le plus sec est Juillet avec 4,9 mm pour Boussaada et 17,79 mm pour Mohamed Boudiaf. Le totale des précipitations annuelles enregistrées est de 334,14 à Mohamed Boudiaf et 176,51mm pour Boussaada.

I.5.3.Humidité relative

L'humidité relative agit sur la densité des populations en provoquant une diminution du nombre d'individus lorsque les conditions hygrométriques sont défavorables pour les organismes (**Dajoz, 1971**).

Les valeurs de l'humidité relative moyenne annuelles de 2005 à 2016 pour la région Boussaâda sont portées dans le tableau 07 suivant.

Tableau 07: valeurs de l'humidité moyenne mensuelle de la région de Boussaâda notées de 2005 à 2016 (Source: Station météorologique de Boussaada, 2017).

Mois	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juill	Aout	Sept	Oct	Nov	Déc
H(%)	79.26	84.14	73.66	63.36	54.86	43.79	36.46	40.35	58.35	69.41	82.56	88.26

H(%) : humidité moyenne mensuelle.

D'après le tableau 07, le mois de Décembre présente un taux d'humidité de 88.26%, alors que le mois où l'humidité est faible, est Juillet avec 36.46%.

I.5.4.Le Vent

Le vent a une action indirecte en modifiant la température et l'humidité, est un agent de dispersion des animaux et végétaux (**Dajoz,2006**).

Le vent constitue en certains biotopes un facteur écologique limitant (**Ramade, 2003**).

Les vitesses maximales du vent allant de 2005 à 2016 pour la région de Boussaada sont mentionnées dans le tableau 08 ci-dessous ;

Tableau 08: Moyennes mensuelles et annuelles de la vitesse du vent en m/s de 2005 à 2016 (Source: Station météorologique de Boussaada, 2017).

Mois	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Ju	Juill	Aout	Sept	Oct	Nov	Déc
Vent (m/s)	11.2	13.1	14.3	15.8	14.4	11.6	9.63	8.95	8.95	7.36	10.4	11.4

La vitesse des vents est relativement faibles, qui vont de 7,36m/s en Octobre, jusqu'à 15,8 m/s en Avril comme valeur maximale à la période entre 2005 et 2016 (**Tableau08**).

I.5.5.Synthèse climatique

La synthèse climatique consiste, pour une station donnée, à déterminer les périodes sèche et humide par l'intermédiaire du diagramme ombrothermique de Gausсен ainsi que l'étage bioclimatique auquel elle appartient grâce au climagramme pluviométrique d'Emberger.

I.5.6. Diagramme Ombrothermique de GAUSSEN et BAGNOULS

Le diagramme Ombrothermique, permet de préciser et de mettre en évidence de la période sèche. C'est un type particulier de diagramme climatique qui représente les variations mensuelles sur une année, des éléments du climat d'une région du point de vue températures et précipitations (Dajoz, 1985). Aussi, la période sèche s'établit lorsque la pluviosité mensuelle (P) exprimée en millimètres est égale au double de la température moyenne (T), exprimée en degrés Celsius ($P=2T$).

Pour mettre en évidence ce caractère essentiel, la courbe des températures et la courbe des précipitations sont établies d'après les échelles telle qu'à 10°C correspondent 20 mm de précipitations. Ainsi pour les mois secs, la courbe des précipitations est située en dessous de la courbe des températures la période sèche est représentée sur le graphique par cette position relative des deux courbes. Pour la région de Boussaâda entre 2005 et 2016, montre que la période sèche s'étale sur toute l'année (Figure 12).

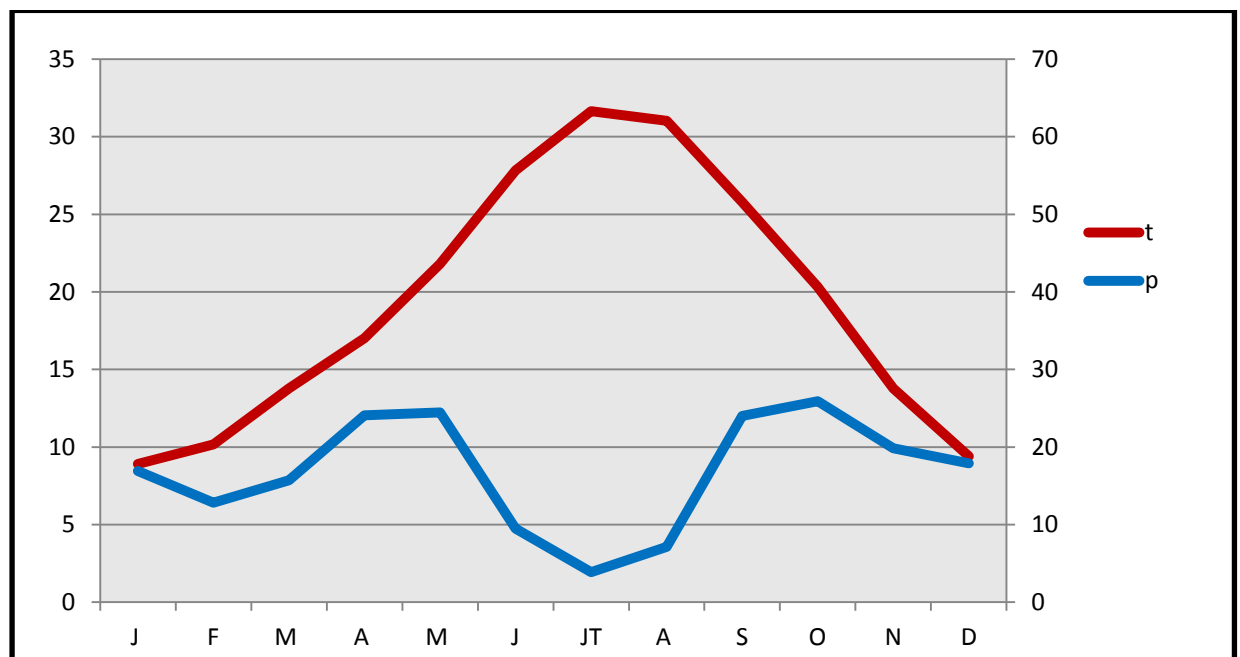


Figure 12: Diagramme Ombrothermique de Gausсен et Bagnouls de la région de Boussaâda entre 2005 et 2016.

I.5.7. Climagramme d'Emberger

L'indice pluviométrique (Q) d'Emberger, qui fait intervenir la moyenne des maxima du mois le plus chaude (M), la moyenne de minima du mois le plus froid (m) et la moyenne des précipitations annuelles (p), permet de déterminer l'étage bioclimatique d'une région donnée et de le situer dans le diagramme d'Emberger. Cet indice pluviométrique est une synthèse des précipitations et de la température (Emberger, 1971) ; Il est calculé par la formule suivante :

$$Q_2 = 3,43P/M - m$$

Q₂: Le quotient pluviométrique d'Emberger.

P : précipitations moyennes annuelles en mm.

M : moyenne des températures maximales du mois le plus chaud exprimé en °C.

m: moyenne des températures minimales du mois le plus froid exprimé en °C.

$\frac{M + m}{2}$: Moyenne des températures annuelles.

M-m : Amplitude thermique extrême.

Les valeurs des paramètres Q₂, P, M, sont placées dans le tableau 09.

Tableau 09 : Les valeurs des paramètres Q₂, P et M. enregistrées pour les régions de Boussaâda et Mohamed Boudiaf durant la période 2005 – 2016.

Paramètre	P (mm)	M (°C)	m (°C)	M – m	Q ₂
Boussaada	176,51	38,1	4,6	33,5	18,07
Mohamed boudiaf	334,14	38,21	3,5	34,71	33,01

La valeur du quotient Q₂ calculé pour les stations d'étude selon la formule d'Emberger pour la période entre 2005 et 2016 est égale à 33.01 pour Mohamed Boudiaf, et 18,07 pour Boussaâda (Tableau 09). En rapportant ces valeurs sur le diagramme d'Emberger (**figure 13**), on peut constater que la station de Boussaâda se

situé dans l'aride inférieur, alors que Mohamed Boudiaf dans l'étage semi aride inférieur.

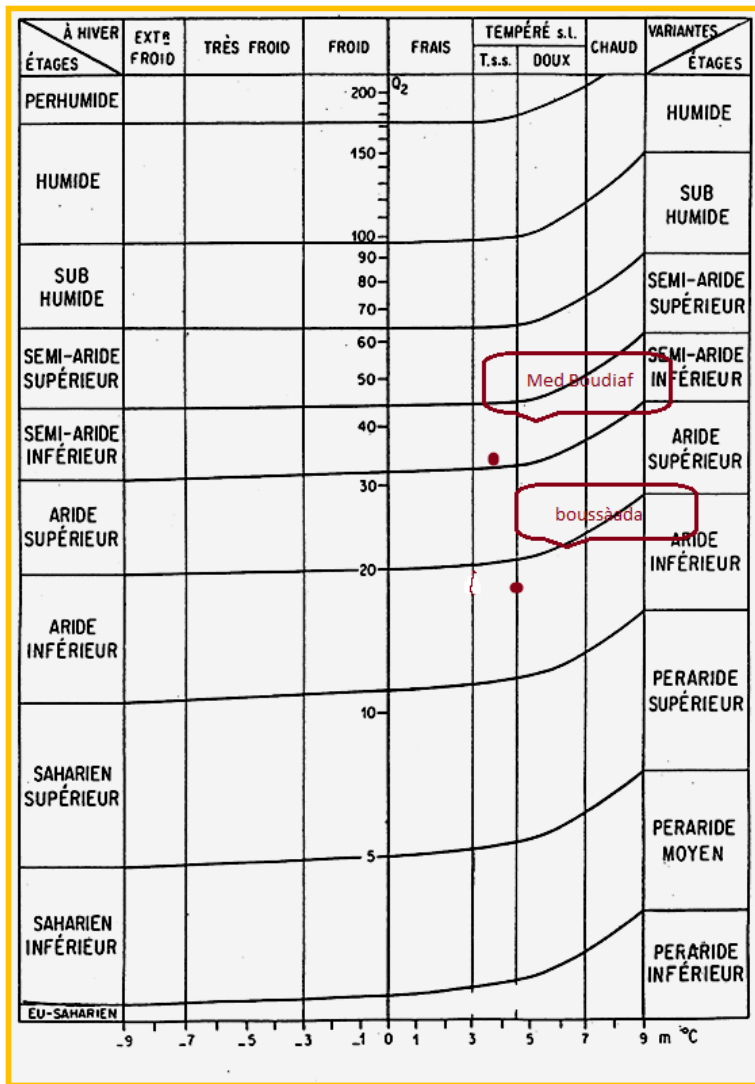


Figure 13: Positionnement des stations d'étude dans le Climagramme d'Emberger entre 2005 et 2016.

Chapitre II : Matériel et méthodes

II.1. Caractéristique culturelle des parcelles d'étude :

Tableau10 : Travaux agricoles effectués au niveau des vergers d'étude.

Notre travaux	Oct	Nov	Déc	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Jun	Jui	Aout	Sep
Travaux de sol laboure d'automne		←→										
Fertilisation ou fumure de fond (P.K)			←→									
Taille et ramassage du bois				←→								
Traitement d'hiver					←→							
Traitement préventif contre l'oïdium						←→						
Travaux du sol discage- croisage ou covercouverte						←→						
Traitement contre pucerons et tavelure							←→					
Traitement contre carpocapse								←→				

Durant notre étude, les travaux culturaux effectués sont :

A/ La taille :

La taille et ramassage des bois a été effectués en janvier.

B/ Les travaux du sol :

Durant la période de l'expérimentation les travaux réalisés sont :

Novembre : un premier discage (labour d'automne).

Avril : deuxième discage avec le couver crop, ce travail du sol permet d'ameublir et d'aérer le sol et aussi d'éliminer tous les mauvaises herbes.

Mai : désherbage et binage manuel autour de l'arbre.

C/ Fertilisation :

Un seul apport de fertilisation a été réalisé :

Décembre : fumure de fond, fertilisation minérale : phospho-potassique (0.20.25), fumure organique, effectuée en décembre lors de stade de chute des feuille avec une dose de 1qx/ha.

D/ L'irrigation :

Le verger de M^{ed} Boudiaf a utilisé le type d'irrigation de goutte à goutte, les eaux utilisés sont des eaux souterraines, les arbres du pommier sont irrigués une fois par semaine.

E/ Traitement phytosanitaire :

Utilisation des pesticides contre le papillon verte.

II.2. Matériel végétale :

L'étude est conduite en plein champ sur deux vergers de pommier, l'un situé dans la commune de Mohamed Boudiaf de la variété Golden délicateuse, l'autre au niveau de Boussaâda (El Maadher) de la variété Anna dans la wilaya de M'sila.

Concernant la région de Mohamed Boudiaf, la parcelle est d'une superficie de 4 ha, répartie sur plusieurs espèces à savoir : le pommier, le poirier, l'abricotier, figuier dont le pommier occupe 0.5 ha avec deux variétés :

- Golden delicious, variétés commerciale et polinisateur (dans chaque 10 arbres femelle il y'a un arbre mal).
- Variété locale commerciale et polinisatrice.

Pour la région d'El Maadher (Boussaâda), la parcelle est de 0,25Ha, portant uniquement le pommier, la variété Anna.

II.3. Caractéristique des variétés étudiées

A/La variété Golden délicious

Origine et répartition :

C'est une variété obtenue par semi de hasard, découverte en 1890 aux USA par A.H.Mullins. Ce n'est qu'en 1914 que P.Stark de stark nurseries en Louisiane, après expertise, lui donna le nom de Golden délicious.

Caractéristiques phénologiques

- **Débourrement** : 2^{ème} décade de Mars

- **Floraison** : moi d'Avril.
- **Maturité** : Début de Mai jusqu'à la fin du mois d' Aout.
- **Récolte** : Quelque jours avant la maturité (fruit jaunissant) jusqu'à la fin de novembre, selon la destination du produit (conservation/consommation, direct).

Caractéristiques culturales :

- Sécheresse : moyennement résistant.
- Besoins en froid hivernale : \geq à 500 heures.
- Maladies : sensible à la tavelure et moyennement résistant à l'oïdium

Caractéristiques des organes de fructification :(ITAFV, 2015).***Arbre :**

- **Vigueur** : Moyenne.

- **Port** : Semi érigé et de type III.

***Feuille** : Glabre.

***Fruit :**

- **Forme** : conique globuleuse.
- **Couleur de l'épiderme** : jaune
- **Texture de l'épiderme**: Lisse, absence de pruine, avec quelques lenticelles
- **Chair** : blanche jaunâtre, juteuse, ferme fine, sucrée, et agréablement parfumée (fig.14).

Figure 14 : l'organe de fructification de la variété Golden Dilicious.

- Aptitudes :

Excellente pomme à couteau, de culture facile, mais exigeante en heures de froid hivernal (700 heures), ce qui limite sa culture dans certaines zones même si elle s'adapte bien à la sécheresse (ITAFV. 2015).

B/Caractéristiques de la variété Anna :**Origine et répartition :**

La variété Anna est une pomme de style Golden Delicious, développée en Palestine spécifiquement pour la culture dans les zones «peu chill» où les températures hivernales tombent rarement au point de congélation c'est l'exigence de «refroidissement». Anna a une exigence de refroidissement exceptionnellement faible et se développera même dans les climats où les températures plongent vers le gel pendant seulement 300 heures environ chaque hiver. Cela le rend idéal pour les climats comme le sud de la Californie et le sud du Texas ; Anna est une pomme très début de saison, mûrissant à la fin de juin / début juillet. Cela donne des fruits au début de la vie de l'arbre, c'est la variété super précoce qui fleurit la première.

Caractéristiques phénologiques

Débourrement : février

Floraison : 2^{ème} décennie de mois de mars

Maturité : De la 2^{ème} décennie de mai au début de juin

Récolte : Quelques jours avant la maturité (fruits jaunissant) jusqu'à le début de juillet Selon la destination du produit (Conservation / consommation directe).

Caractéristiques culturales :

Sécheresse : Moyennement résistant.

Maladies

L'arbre est néanmoins sensible à la tavelure et aussi le piserons

Pollinisateurs:

-Dorset golden, EinShemer

Eclaircissage:

L'amélioration du calibre des fruits et donc de la qualité de la production est obtenue par l'éclaircissage des fruits, cette technique peut être réalisée manuellement pour plus de sécurité et de précision et consiste à supprimer un certain nombre de fruits pour réduire la concurrence entre eux.

Rendement : 80a 170 Qtx/Ha.

Besoins en froid hivernal :

Peu exigeant en froid : 200 h en dessous de 7°C sont suffisant pour la levée de la dormance.

--Ne craint pas les fortes chaleur (30/40°C)

Caractéristiques des organes de fructification :(ITAFV, 2015).

Arbre : Peu exigeant, rameaux fins et flexibles, bonne résistance au vent et au gel du bois et des fleurs.



Figure 15 : l'organe de fructification de la variété Anna

Feuille : Glabre.

Fruit : Calibre moyenne (80 à 120g) (fig.15).

Forme : arrondie aplatie

Couleur: striée ou rouge sur fond vert-claire d'importance variable.

Texture de l'épiderme: Lisse

II.4. Dispositif expérimental :

Pour notre essai nous avons choisi 5 lignes dans les deux terrain afin d'obtenir une représentation totale de la parcelle.

Nous avons effectué notre suivie sur la variété *Golden Délicious* dans la station de Mohamed Boudiaf, et la variété Anna au niveau de la station d'El Maadher de Boussaada.

Pour les observations, nous avons pris 04 rameaux représentatifs pour chaque arbre : choisis selon les quartes points cardinaux, qui sont âgés de 15 ans.

Dans chaque station on a pris 23 arbre dont 92 rameaux.

II.5. Méthodes d'étude :

II.5.1. Etude phénologique

La phénologie est l'étude de l'apparition d'évènements annuels périodiques dans le monde vivant, déterminée par les variations saisonnières du climat. (Revue suisse Viticulture, Arboriculture, Horticulture | Vol. 45 (2): 128–131, 2013).

L'utilisation des stades repères est très intéressante en particulier pour détermination de l'effet de climat sur le pommier pour cela, nous avons compte le nombre total de bourgeons (floraux + végétatifs) sur chaque rameau pour pouvoir préciser les stades phénologiques, et calculer les pourcentages de débourrement et floraison.

II.5.1.1. Débourrement des bourgeons :

Le débourrement des bourgeons est constaté par le gonflement des bourgeons et l'apparition de la corolle constatée par un point rose, constituée par les pétales de la corolle (**Gautier, 1987**). Le pourcentage total de débourrement est déterminé à partir du nombre total des bourgeons présents sur le rameau.

$$\text{Taux de débourrement (\%)} = \left\{ \frac{\text{Nombre de bourgeons débourrés}}{\text{Nombre total de bourgeons sur le rameau}} \right\} \times 100$$

II.5.1.2. Floraison :

Le début de floraison correspond à 10% des fleurs épanouies, quant à la pleine floraison, celle-ci correspond à plus de 50% de fleurs ouvertes, et la fin de floraison est notée quant 8 à 10% de fleurs ont encore leur pétales.

Pour faire toutes ces observations, nous avons noté le nombre moyen des fleurs par rameau et nous avons noté aussi les dates de début, pleine et fin floraison.

Le pourcentage de floraison est calculé à partir du nombre total des fleurs ouvertes par rapport au nombre global des bourgeons floraux.

$$\text{Taux de floraison (\%)} = \frac{\text{Nombre de fleurs ouvertes}}{\text{Nombre total de bourgeons floraux}} \times 100$$

II.5.2 Etude des indices climatique :**II.5.2.1. Besoin en froid :**

Le calcul des besoins thermiques accumulés, pour la levée de dormance et pour favoriser l'évolution ultérieure des bourgeons, L'accumulation des heures de froid inférieures à 7,2 °C, calculées selon la formule :

$$N = \left\{ \frac{7,2 - m}{M - m} \right\} \times 24 h$$

Où N= Nombre d'heures de froid.

M et m = températures moyennes maximales et minimales journalières (Weinberger, 1950).

H : heures

II.5.2.2. Degrés en jours de croissance :

Les cumuls thermiques sont utilisés dans le domaine agricole afin d'évaluer le développement des végétaux la saison de croissance.

Ils sont basés sur le lien étroit qui existe entre leur développement et la température. Ces cumuls thermiques permettent donc de prédire le moment où certains stades de développement importants sont atteints, comme la date de floraison, la maturité pour la récolte. Les méthodes standard, qui est la plus simple et également la plus couramment utilisée dans le domaine agricole, est présentée à l'**Équation 1**.

Le calcul des degrés-jours est basé sur le principe physiologique selon lequel le développement est nul au-dessous d'un seuil désigné comme température de base. Cette température est évaluée de façon expérimentale et diffère selon les espèces et, dans certains cas, selon le stade spécifique de développement. Les valeurs quotidiennes sont additionnées tout au long de la saison de croissance.

Le concept des degrés-jours comporte une limite importante:

Il exprime uniquement l'impact de la température. En effet, certains facteurs environnementaux importants pour le développement des végétaux, telles les précipitations, l'humidité du sol et la photopériode, ne sont pas considérés.

Équation 1 - Calcul des degrés-jours (DJ) quotidiens :

$$DJ = T_{\text{moy}} - T_{\text{base}} ;$$

lorsque $T_{\text{moy}} > T_{\text{base}}$

$$DJ = 0 ; \text{ lorsque } T_{\text{moy}} < T_{\text{base}}$$

Où :

$$T_{\text{moy}} = (T_{\text{max}} + T_{\text{min}}) / 2$$

T_{max} et T_{min} = températures maximale et minimale quotidiennes (°C)

T_{base} = température de base, généralement entre 0 et 10 °C selon les espèces (pommier 7,2).

Chapitre III: Résultats et discussion

III.1.Résultats et interprétation de l'étude phénologique :

Les facteurs qui agissent sur la rapidité de développement sont de nature génétique (variété précoce ou tardive), ou de nature climatique (température, lumière, humidité, hygrométrie,...).

Cette étude vise à connaître l'effet du climat aride et semi aride sur l'époque et la durée de différents stades phénologiques de les variétés Golden et Anna.

III.1.1.Débourrement des bourgeons :

Le gonflement des bourgeons (débourrement) est la première manifestation externe de l'activité végétative de l'arbre.

Pour mieux étudier et analyser le débourrement des variétés étudiées Golden délicious et la variété Anna pour la campagne 2016-2017, nous avons étudiés les résultats obtenus. Le (tableau 11) présente les résultats obtenus pour ce paramètre.

Tableau 11 : Dates, durée et pourcentages de débourrement des variétés *Golden délicious* et *Anna* :

Variété	compagne	Date de débourrement	Durée de débourrement (jours)	Pourcentage de débourrement.
Golden délicious	2016/2017	12/01/2017	15 jours	63,08%
Anna	2016/2017	06/01/2017	13 jours	43,93%

L'époque de débourrement des bourgeons :

Après la levée de la dormance et la satisfaction des besoins en froid, une augmentation de la température favorise le débourrement naturel des bourgeons.

Pour cette campagne(2016/2017), nous avons constaté un débourrement précoce avec un intervalle de 10 à 15 jours. Ce ci est peut être due à la satisfaction des besoins en froid

de les variété Golden et Anna et d'autre part aux températures très favorables en début de printemps qui favorisent un développement rapide des bourgeons.

*Taux de débourrement :

L'évolution du taux de débourrement prend une allure croissante, ce phénomène est connu peut être sous l'influence des facteurs externes et internes l'esquels :

-Facteurs pédoclimatiques ,pédologiques ,climatiques ,température

Les résultats finals de débourrement des bourgeons enregistrés dans le tableau 11 montrent un pourcentage élevé de débourrement de la variété *Golden délicious* et la variété Anna pour la campagne d'étude 2016-2017 avec des taux de 63,08% et 43,93% respectivement ; (figure 16).

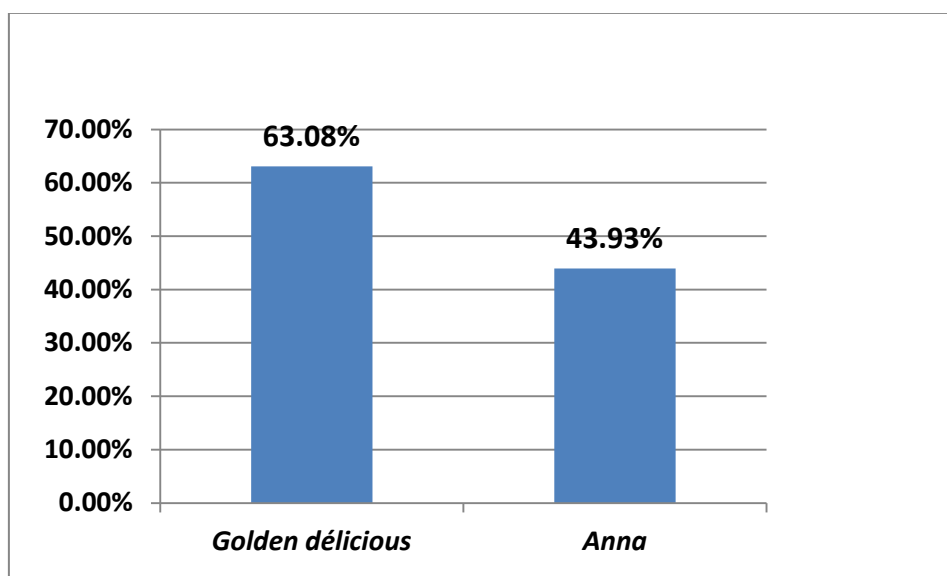


Figure n°16 :Taux de débourrement des variétés étudiées

* Discussion :

La différence de la date de débourrement s'explique par le mécanisme de débourrement qui est la résultante de réactions des différents facteurs (température, vigueur, lumière, pluviométrie ...) et l'interaction de ces derniers n'est pas négligeable.

D'après **Pouget, 1969 in (Galet, 2000)**, le débourrement est le résultat de la somme des actions journalières des températures durant l'hiver et le début de printemps »,cela

confirme le décalage et l'allongement de la date de débourrement obtenus selon les années.

Selon **Galet (2000)**, la date du débourrement est en relation étroite avec la température de l'air. **(Reynier, 2003)**, signale que la température de l'air est le principal facteur climatique qui déclenche la reprise de l'activité biologique des bourgeons et cela est très tôt au cours de l'hiver. En effet, le débourrement est la conséquence des effets de température durant l'hiver et le début de printemps. Un hiver doux entraîne un débourrement précoce, et l'inversement.

- Pour notre cas d'étude, pour cette campagne les variétés Golden et Anna ont satisfait suffisamment leurs besoins en froid durant le repos hivernal, avec plus de 1000 heures de froid (heures $T < 17.2^{\circ}\text{C}$) et un maximum durant le mois de février 460,42 heures.

Toutefois l'efficacité de l'accumulation des basses températures (heures du froid) est fonction de l'époque à laquelle elles interviennent, et de leur interférence avec l'action des températures élevées.

Les températures moyennes hivernales et printanières enregistrées durant la campagne 2016/2017 varient de 12.7°C au cours du mois de Mars à 12.5°C au mois d'Avril où il y a effectivement un allongement dans le débourrement de la variété étudié. Quant aux températures minimales enregistrées au cours de la dormance 4.6°C en Février (10.8°C) à la deuxième décade du mois de mars (08.2°C) ce qui conduit à une sortie de dormance précoce .

- La variation du taux de débourrement finale des variétés, pourrait être due à la satisfaction des besoins en froid au cours de la dormance.

Nous pouvons signaler que les gelées hivernales durant cette campagne n'ont pas un effet néfaste sur le développement des bourgeons, et en conséquence sur le débourrement.

Ajoutons aussi l'action des températures ambiantes qui ont suivi la levée de dormance qui font accélérer le débourrement et même augmenter le pourcentage des bourgeons débourrés.

Crossa-Raynaud (1965), considère que les froids tardifs en janvier et février précèdent d'un mois de décembre aux températures élevées, sont les conditions autorisant la meilleure

efficacité de l'action des basses températures, et celle-ci qui constitue les conditions de cette campagne, et explique les pourcentages de débourrement obtenus.

Les températures moyennes enregistrées durant la campagne dépassent le zéro végétatif (10°C) de pommier, pendant cette période les températures moyennes sont 08°C et 13,35°C successivement pour les mois de Mars et Avril, ces températures d'après les auteurs sont très favorables au bon déroulement de stade débourrement.

Sans oublier que la quantité de pluie enregistrée durant le stade débourrement est de 7.9mm pour le mois de Mars. Cette quantité n'est pas bénéfique pour le débourrement.

III.1.2.La floraison :

Les dates de floraison varient naturellement avec les régions et les conditions climatiques de l'année. Après la levée de dormance, c'est la satisfaction des besoins en chaleur qui permet le développement naturel des bourgeons. voir (tableau 12) .

Tableau 12: Epoque de floraisons de les variétés Golden Délicieux et Anna pendant la campagne 2016/2017 :

Variété	Epoque de floraison			Durée de floraison en jour
	début	Pleine	Fin	
<i>Golden délicieux</i>	11/03/2017	23-26/03/2017	06/04/2017	26jours
<i>Anna</i>	08/03/2017	20-23/03/2017	04/04/2017	27jours

*Epoque de floraison :

Afin de mieux comprendre les variations de l'époque de floraison, chaque date de floraison a été décomposée en deux variables annuelles, l'une étant la date de levée de dormance des bourgeons sous l'effet des basses températures d'automne et d'hiver (besoin en froid) et l'autre étant la durée de croissance post -dormance des ébauches florales jusqu'à la date de floraison sous l'effet de températures élevées hivernales et printanières (besoin en chaleur).

Le début de floraison, correspond à 10 % de fleurs épanouies .Quant à la pleine floraison correspond à plus de 50 % de fleurs ouvertes. La fin floraison est notée quand 8 à 10 % des fleurs possédant encore leurs pétales. Les résultats des observations sur la floraison des variétés étudiées du pommier « Golden Délicieuse et Anna », sont portés sur le tableau (12) .

A travers le tableau (12) nous avons constaté que:

* Les époques de floraison des variétés étudiées sont groupées :

- Le début de floraison, à lieu le 8/03/2017 pour la variété Anna et le 11/03/2017 pour la variété Golden, sont presque proches.
- La pleine floraison devient 12 jours après le début de floraison.

La durée totale de floraison est de 26 jours.

Globalement le stade floraison s'est déroulé durant la période du mois de Mars soit un étalement sur 26 jours.

Tableau 13 : Date et pourcentage de floraison (*Golden Délicious* et *Anna*).

Variété	Date de floraison	Durée de floraison (jours)	Taux de floraison.
<i>Golden délicious</i>	11/03/2017	26	29,95%
<i>Anna</i>	08/03/2017	27	64,63%

***Taux de floraison :**

Les taux de floraison des bourgeons enregistrés (tableau 13 et figure 17) de cette campagne 2016-2017 sont de l'ordre de 29,95% pour la variété Golden et 64,63% pour la variété Anna .

Ces taux moyens de floraison, pourraient être expliqués par le taux moyen de débourrement d'un part et d'autre part, par les conditions climatiques moins favorables durant le stade floraison (figure n°17).

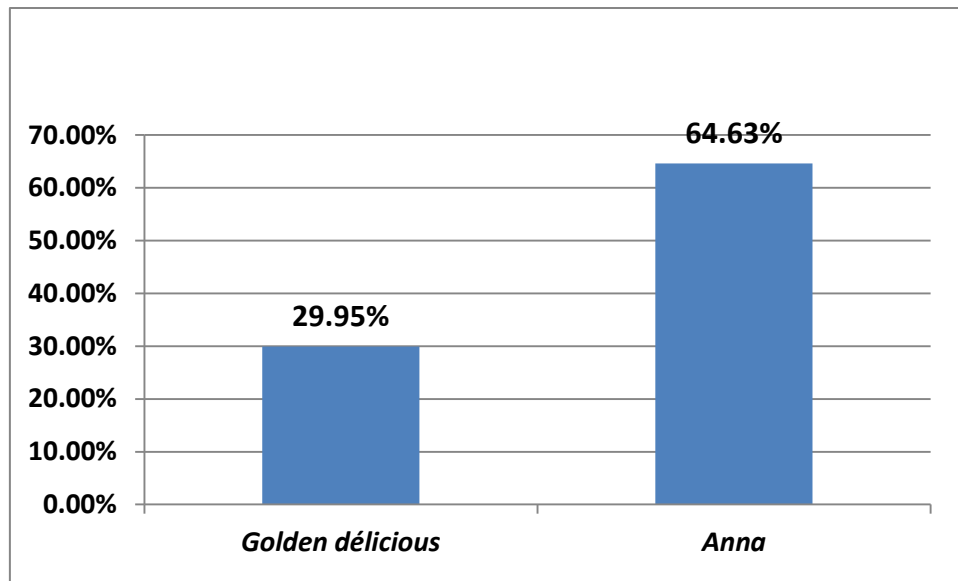


Figure n°17 : Taux de floraison des variétés étudiées

*** Discussion :**

L'époque de floraison d'un arbre fruitier est commandée par deux mécanismes complémentaires:

- L'action du froid hivernal nécessaire pour lever l'état de repos des bourgeons.
- La température chaude du printemps influe positivement sur les bourgeons rendus préalablement réceptif par le froid hivernal (**Saunier, 1962**).

Sous le climat de la région de M'sila, les besoins en froid semblent peut satisfaisant en hiver de décembre à février pour les espèces de la région tempérée (pommier, prunier européen et cerisier) et le pommier en particulier. Les chiffres signifient qu'un ordre de grandeur ; les hivers rigoureux assurent une bonne levée de dormance et une bonne floraison groupée, par contre les hivers doux induisent un étalement parfois considérable de la floraison (**ITAFV,2015**).

La rapidité de la floraison et la fécondation dépend étroitement de la température qui domine au moment de la floraison (**Kozma, 1961 in Galet, 2000**).

Les températures moyennes enregistrées durant le stade floraison sont approximativement de 12.7°C et 12.5°C successivement pour les mois de Mars et Avril, ce qui montre que le

facteur température n'a pas des réactions néfastes sur la floraison des variétés étudiées (Golden délicious et Anna).

Fondamentalement tous les auteurs, sont d'accord pour retenir la température de l'air comme facteur déterminant la période et la rapidité de la floraison.

Des études faites par **Millardet (1912)** il en résulte que, à 15°C, seulement quelques fleurs s'ouvrent et à longs intervalles, à 17°C l'ouverture devient régulière et à 20-25 rapide.

D'après **Kozma (1961) in GALET (2000)**, la rapidité de la floraison et la fécondation dépend étroitement de la température qui domine au moment de la floraison. Selon ses observations à 10-13°C la floraison est lente, au-dessus de 20°C elle devient rapide. La température parfaite pour l'anthèse se situe entre 24 et 27°C.

Pour notre cas les températures moyennes enregistrées durant le stade floraison sont approximativement de 12,5°C pour le mois d'Avril. Malgré que ces températures soient inférieures de températures idéales pour la bonne floraison de pommier aucunes réactions néfastes ne sont enregistrées durant la floraison de la variété étudiée.

En fonction de la date de floraison de pommier (Golden Délicious ,Anna), on peut classer les époques de la floraison en trois classes :

- Floraison précoce lorsque la floraison a lieu entre le 11 Mars.
- Floraison normal lorsque la floraison à lieu entre le 15 et le 19 Mars.
- Floraison tardive lorsque les arbres fleurissent après le 21 Mars.

La durée de floraison varie beaucoup d'une année à l'autre en fonction des conditions météorologiques. Pour Golden et Anna, dure entre 09 jours lorsque le nombre d'heures de froids sont suffisantes, dans notre cas la floraison a durée 26 jours en moyenne, ce qui signifie que le nombre d'heures de froids sont insuffisantes. La date et la durée de floraison est variable selon les conditions climatiques (la température, la pluie, lumière ...).

Nous signalons que les autres phénomènes climatiques n'ont eu aucune incidence négative sur notre variété étudiée.

III.2. Degrés en jours de croissance de pommier :

Il s'agit d'une mesure utilisée par les pomiculteurs pour déterminer une relation entre l'évolution de la saison de croissance des pommes et les conditions météorologiques. Cette mesure les aide à prévoir le moment où va se produire certains événements comme le début de la période annuelle de croissance de l'arbre, la floraison.

Tableau 14: Evolution des valeurs de degré en jour de croissance selon les stades de floraison.

Stades phénologiques	Variété	Durée en jours calendaires	Période	Degré jours de croissance en °C.
Début floraison	Golden délicious	12	11 au 23/03/2017	69,44
	Anna	12	08 au 20/03/2017	43,23
Pleine floraison	G. délicious	03	23 au 26/03/2017	33,04
	Anna	03	20 au 23/03/2017	29,7
Fin floraison	G. délicious	11	26/03 au 06/04/2017	64,8
	Anna	11	23/03 au 04/04/2017	46,76

En l'occurrence, les variétés de pommier (Golden délicious et Anna) ont montrés une forte fluctuation de ces besoins thermiques, alors qu'ils ont pris des valeurs importante de 167,28 pour la variété Golden et 119,69 pour la variété Anna, durant le stade de floraison (Tableau 14).

III.3. Unité de froid :

Pour lever la dormance, il faut un certain nombre d'heures de froid (avec une température plus ou moins froide selon les espèces) 7,02 pour le pommier.

La vernalisation, c'est le nom que l'on donne à ce besoin de froid qu'ont certaines plantes pour pouvoir croître, fleurir.

En botanique, la vernalisation se réfère à une période de froid subie par la plante ou la graine et nécessaire pour faire passer du stade repos au stade actif, d'un stade végétatif à un stade reproductif qui l'amènera à fleurir.

Etant donné que la somme des heures de froid est très importante pour la lever de la dormance de chaque espèce, on a calculé l'unité de froid de chaque mois en commençant par le mois décembre jusqu'au mois de Mars pour cette campagne.

Tableau15 : les températures maximales, minimales et l'unité du froid pour le pommier durant la période d'étude.

Mois	T° min	T° max	Unité de froid
Décembre	7.8	10.1	-6.26
Janvier	4.6	12.3	-1.87
Février	7.4	14.3	-0.69
Mars	8.2	17.2	-2.6
Totale			11.42

En effet, durant ces périodes, le niveau de résistance est fort ce qui a poussé cette variété à débourrer précocement. Ces résultats sont accord avec ceux de **Zaidi (1985)**, qui confirment qu'un passage au froid hivernal est nécessaire au développement des bourgeons du pommier, et que ce besoin en froid est évalué en nombre d'heures de froid où la température de l'air est inférieure à 7.2°C (45°F). A cette notion de besoins en froid, il faut ajouter la notion des qualités du froid. Ces besoins sont évalués en nombres d'heures de froid donnés par la formule suivante :

$$N = \left\{ \frac{7,2-m}{M-m} \right\} \times 24 h$$

M : température maximale journalière.

m : température minimale journalière.

Nous remarquons que pendant le mois de Février _ Mars, la température moyenne est respectivement de 10.8 °C et de 12.7°C, ces températures influencent sur la levée de dormance des bourgeons de la variété *Golden délicious* et *Anna*, ce qui a engendré la prolongation de la phase floraison en dépassant les vingt jours, ou normalement au bout de quinze jours la floraison est atteint.

Conclusion

On rappelle que l'objectif de notre étude est d'analyser le comportement de deux variétés du pommier dans les régions Boussaâda et Med Boudiaf. Notre prospection des vergers du pommier dans deux zones de la région d'étude, nous a permis de conclure que :

La superficie consacrée au pommier par exploitation est entre 0,5 ha et 2 ha, leurs âges varient entre 5 et 12 ans, la conduite du pommier est différente d'une daïra à une autre. Les régions enquêtées, sont représentées par deux variétés de pommier : Golden, Anna.

L'irrigation gravitaire avec une fréquence irrégulière à cause du manque d'eau est plus pratiquée dans les régions enquêtées. La production du pommier dans la région de M'sila, est très faible à cause des conditions pédoclimatiques caractérisant la région, ce qui rend difficile de mettre en place un verger de pommier, et de le suivre car cette espèce est très exigeante.

L'effet des paramètres climatiques (températures et précipitations, Neige, grêle, sirocco..), sur le déroulement des principaux stades phénologiques, des variétés *Golden Délicious* et *Anna* a savoir ; le débourrement et la floraison, le suivi des stades phénologiques pour cette campagne nous a montré les constatations suivantes :

L'époque du débourrement pour cette campagne été précoce, le 12/01/2017 pour la variété *Golden délicious* durant 15 jours et le 06/01/2017 pour la variété *Anna* durant 13 jours. Cette constatation est due d'une part à la satisfaction des besoins en froid de la variété (plus de 1000 heures de froid) enregistrés durant les trois mois ; (décembre, janvier, février), et d'autres part aux températures favorables en début de printemps, qui ont favorisé la rentrée précoce en stade de végétation active.

Le taux de débourrement enregistré pour cette campagne est de 43.93% pour la variété *Anna* et 63,08% pour la variété *Golden délicious*. ceci est dû principalement aux conditions climatiques très favorables, bonne satisfaction en besoins en froid, suivi par des températures favorables.

L'époque de floraison pour cette campagne est enregistré le 08/03/2017 pour la variété *Anna* et le 11/03/2017 pour la variété *Golden délicious* Le déroulement de cette phase s'effectue normalement. La durée de floraison entre le début et la fin de floraison s'étalant sur une période de 26 jours. Ces résultats sont liés étroitement aux températures très favorables

durant la deuxième quinzaine du mois de mars qui ont contribué à la prolongation de cette phase ou on a enregistré un taux élevé de floraison.

Par ailleurs il faut signaler que des températures maximales proches de 40°C (non saisonnières) ont été enregistrées durant les derniers jours.

Pour les besoins thermiques, on a enregistré, des degrés de jours de 167,28°C pour la variété *Golden délicious* et 119,69°C pour la variété *Anna* ; Concernant l'unité de froid avoisinant 11,42°C pour les deux variétés.

En recommandations, pour arriver à une production acceptable du pommier dans la région de Boussaâda , il faut introduire des variétés qui s'adaptent aux conditions pédoclimatique de la région ainsi que, des techniques de production qui permet l'installation des vergers en bonne état par des entretiens réguliers, ainsi que une irrigation abondante pour avoir un fruit de bonne qualité, qui répond aux normes de commercialisation.

Références bibliographiques

ANONYME, 2002 : Ministère d'agriculture, statistique agro. 3p

ANONYME, 2003 : Statistique agricole superficie et production sure A. public de ministère d'agricultures, 5p.

BIDABE B ,1965 : Action de la température sur l'évolution des bourgeons de l'entre en dormance jusqu'à la floraison. Congrès pomologie. Oct. 96eme session. Paris, pp.51-66.

BONDOUX P. 1978 : Etude des moyens de lutte contre les gelées. p. 125-151. Journées nationales d'information sur la lutte contre les gelées. Angers - Février. 1978.

BORE J.M. et FLECKINGER J., (1997). : Pommier à cidre. Variétés de France. Ed. INRA, 771 P.

BRETAUDEAU J., (1975) : Atlas d'arboriculture fruitière. Vol 1. Ed. Tec et Doc. Lavoisier. Paris, 245 P.

BRETAUDEAU J., (1978). : Atlas d'arboriculture fruitière. Vol. 02. Ed. J.B. Baillière et Fils, Paris, 173 P.

BROWN, A.G. (1975). : Apples in "Advances in fruit breeding", YANICK and MOORE (Eds), Purdue University press: 3- 38.

CHALLICE, J. et WESTWOOD, M. N. (1973). : Numerical Taxonomic Studies of the genus pyrus both. Chemical and botanical characters. Bot .J. Linn- Soc. 67: 121- 148.

CHEVREAU, E. et MORISOT, D. (1985). : Variabilité génétique d'une collection d'espèces des genres Malus et Pyrus, Analyse botanique et enzymatique .D.E.A. INRA. Station d'arboriculture fruitière1-8.

CHOUINARD, G. FIRLE, J. A. VANOOSTHUYSE. F. et VINCENT, C. (2000). : Guide D'identification des ravageurs des pommiers et leurs ennemis naturels.

IRDA et Saint- Laurent. Québec, 69 p.

COUTANCEAU M., (1962). : Arboriculture fruitière. Technique et économie des cultures de rosacées fruitières ligneuse. Ed. Baillière et fils, Paris, pp : 46 47.

DEFILA, C, CLOT, B., 2000. : Tendances révélées par l'étude phénologique des arbres en Suisse. Quelle sylviculture pour les climats à venir ? Actes de la Journée thématique de L'Antenne romande du WSL du 28 novembre 2000 à VEP F-Lausanne. Martine Rebetez et Jean Combe (éds).

EL IDRISSE, K. 2014 : vinaigre de cidre de pomme (effet thérapeutique p10-11)

EL MOATAMID M. 1983. : Effet de la défoliation. Manuelle, de l'acide gibberellique, de la promaline et de la 6-Bensyladenine sur la substitution du besoin en froid et la production du pommier "Golden Delicious" dans les conditions du Gharb. Mémoire de fin d'étude de 3ème cycle Agronomie.

EVELYNE L, JEAN M .L ., 2008 : La taille à la conduite des arbres fruitiers.

FAO :(Food and Agriculture Organization of the United Nations) **2008**. FAOSTAT home page (online). Available: <http://apps.fao.org/>.

F. A. O. (2008).: Production agricole, cultures primaires, Banque de données statistiques. F. A. O.Stat (Site Internet: <http://www.FAO-org.Com>).

GALLAIS A. et BANNEROT H., (1995). : Amélioration des espèces végétales cultivées : Objectifs et critères de sélection. Ed. INRA, France, pp : 578-594.

GALET P, 2000 : Précis de viticulture 7ème éd. Déhan. Montpellier, 559 p.

GAUTIER M., (1987). : La culture fruitière. Volume 1, l'arbre fruitier. Ed. J.B. Baillière, Paris, 492 P.

GAUTIER M., (1993). : La culture fruitière, vol. I - L'arbre fruitier. Eds. Lavoisier Tec et Doc, 594 P.

GAUTIER M, 1993 : Arbre fruitier. Vol 1.2ème édition .Ed.j.B. BAILLIERE.594 P.

HOUMANI, M. (1999). : Projet de conversion, Ed. I. N. R. A- EL- Harrach, Alger, 15 p.

HUGARD Z., 1974 : Importance des facteurs climatiques pour le choix variétal chez les

rosacées fruitières. Conséquences dans le domaine de la recherche et du développement. Séminaire INA, EL HARRACH, Alger, 10 P.

INFOS CTIFL : Décembre 2011 N°277 cycle de développement du pommier l'influence des conditions climatiques.

ITAFV, 2015 : institut technique de l'arboriculture fruitière et de la vigne.

KORBAN, S. S. and Skirvin, R. M. (1994). : Nomenclature of the cultivated apple. Hort. Science 19: 177- 180.

KORICHE Y, 1991 : Contribution à l'étude phénologique et dendroécologique de Cupressus sempervirens dans l'arboretum de Bainem. Thèse d'ing. I.N.A. d'EL-Harrach, pp 39.

LAFALOUN, J.P., THARAUD-PAYER, C .et LEVY, G. (1996). : Biologie des plants cultivées- 2eme édition. Tome I-organisation /physiologie de la nutrition. Ed. Lavoisier, Paris, 227p.

LAZAAR M 1987. : Contribution à l'étude du pêcher dans la région de Meknès : Etude du comportement des variétés et porte-greffes. Mémoire de fin d'étude de 3è cycle Agronomie.

Livre : Atlas d'arboriculture fruitière pp115.

LUBY J. 2003. : Taxonomic classification and history. In: Ferree D, Warrington I, eds. Apples, botany, production and uses. Wallingford, UK: CABI Publishing, 1–14.

LUGEON A, 1963: Arboriculture fruitière moderne. 5eme édition. P25.

MADR, 2016 : Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural.

MALAISSE, F., 1967. : Contribution à l'étude des hêtraies d'Europe occidentale. Note 6 : aperçu climatologique et phénologique relatif aux hêtraies situées sur l'axe Ardennes belges Provence. 14erae Congrès I.U.F.R.O., Munich 1967, II, section 21, 325-334.

MASSONNET C., (2004). : Variabilité architecturale et fonctionnelle du système aérien chez le pommier (*Malus domestica* Borkh.) : Comparaison de quatre cultivars par une approche de modélisation structure – fonction .Thèse Doctorat. Développement et Adaptation des Plantes .Ecole nationale supérieure agronomique de Montpellier. France, 184 P.

REHDER, A. (1956). : Manual of cultivated trees and shrubs ; 2nd edition -2nd, ed. New- York, the Macmillan Company, 996 p. Revue suisse Viticulture, Arboriculture : Horticulture | Vol. 45 (2): 128–131, 2013.

REYNIER A., 2003 : Manuel de viticulture .9emeed. JB Bailliere.Paris. 548pp.

ROBINSON JP, HARRIS SA, JUNIPER BE. 2001. : Taxonomy of the genus *Malus* Mill. (Rosaceae) with emphasis on the cultivated apple, *Malus x domestica* Borkh. Plant. Syst. Evol. 226: 35–58.

ROCHETTE, P., G. BELANGER, Y. CASTONGUAY, A. BOOTSMA et D.

MONGRAIN.2004: Climate change and winter damage to fruit trees in eastern Canada. Can.J. plant Sci.84 :1113- 1125(en agroclimatologie — 2012).

ROGER G. et JUISSIAUX M, 1980 : Cours d'agriculture moderne. 2eme édition. pp341 332.

SAPIN P .1987 : Arboriculture fruitière en Algérie. Pommier, Poirier INA.EL HARRACH. Pp27-46.

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

WESTWOOD N. M. 1978. : Temperate zone pomology. W.H. Freeman and Company. San Francisco p 428.

الملخص

زراعة شجرة التفاح. في ولاية المسيلة منطقة بوسعادة زراعة ضعيفة لحد ما بسبب الظروف المناخية وضعف التكوين في هذا المجال وعدم الاعتماد عليها كمصدر دخل.

الهدف من الدراسة الميدانية التي قمنا بها على الصنفين مثل *anna* و *Golden Délicious* كان تحديد المراحل الفيزيولوجية وتأثير العوامل المناخية (هطول الأمطار ودرجات الحرارة والمخاطر المناخية) على تقدم و تأخير تاريخ التبرعم الازهار.

الأشجار اختيرت عشوائياً بحيث أخذنا 04 اغصان للأشجار وفقاً للاتجاهات الأربعة (الشمال الجنوب الشرق أو الغرب). وقد أظهرت النتائج أن العوامل المناخية تؤثر على المراحل الفيزيولوجية لشجرة التفاح وقت التبرعم كان مبكراً لصنف *anna* بالإضافة إلى صنف *GOLDEN DÉLICIEUX* الذي عرف تأخراً طفيفاً، معدل التبرعم المسجل لهذه السنة يعتبر مرتففاً بالمقارنة مع السنوات السابقة، وقت الإزهار لهذه السنة كان في حدود مارس بالنسبة ل صنف *anna* وفي حدود افريل بالنسبة ل *golden délicious* والذي يعتبر في وقته العادي الطبيعي

Résumé

la Culture du pommier. Dans la wilya de m'sila, est faible en raison d'un certain degré de conditions climatiques et d'une faible composition dans cette zone et ne pas compter sur elle comme source de revenu.

L'objectif de notre étude de terrain sur certaines varités telles que Golden Délicieux et anna pour déterminer les stades physiologiques et l'influence des facteurs climatiques (précipitations, températures et aléas climatiques) sur la progression et le délai de floraison.

Les arbres ont été choisis au hasard de sorte que nous avons pris 40 branches d'arbres selon les quatre directions (nord-sud-est ou ouest). Les résultats ont montré que les facteurs climatiques affectent les stades physiologiques du pommier au moment du bourgeonnement. Au début de l'année anna, en plus de variété GOLDEN Délicieux.

Le taux de bourgeonnement enregistré pour cette année est élevé par rapport aux années précédentes.

Le temps de floraison pour cette année était en mars pour anna et Avril pour golden délicieuse, ce qui est dans son temps normal

Abstract

Apple culture. In the wilaya of m'sila is a weak agriculture to some extent, due to Lweather and lack of training in this area and not invoked as a source of income

The objective of our study done on varieties such as Golden and Anna was to determine the phenological stages and the effects of climatic factors (precipitation, temperature and climate risk) on progress and delay the date of budding flowers ,The trees selected at random 04 we have taken the branches of the trees, according to the four trends (north-south, east or west). The results showed that climatic factors affect the physiological stages of the apple tree ;The budding time of the earlier anna. Compared with GOLDEN., Who knew a slight delay ; The recorded rate of budding this year is considered high compared to previous years ;The florecense this year was in March for the borders of the Anna and in April for Golden Délicieux for what normally , The flower rate was exceptional for this year compared to previous years. We recorded a pretty good flower rate.