



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET
POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Université des Frères Mentouri Constantine1

جامعة الاخوة منتوري قسنطينة1

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

كلية علوم الطبيعة و الحياة

Département: Biologie et écologie végétale.

قسم : بيولوجيا و ايكولوجيا النبات.

Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Biologie et physiologie végétale

Spécialité : *Biologie et Physiologie de la Reproduction*

Intitulé :

**Suivi phénologique de quelques variétés des Rosacées fruitières dans la
ferme pilote Oued Athemania -Mila-**

Présenté et soutenu par : YAHY INES

Le : 11 /07/2021

Jury d'évaluation :

Président de jury : BENLARIBI M.	Professeur	Université frères Mentouri Constantine1.
Encadrant : BOULACEL M.	MCA	Université frères Mentouri Constantine1.
Examinatrice : BOUCHOUKH I.	MCB	Université frères Mentouri Constantine1.

Année universitaire

2020/2021

Remerciement

Avant tout, je remercie DIEU le tout puissant qui m'a donné la force, le courage, la volonté et la patience pour parachever ce travail.

Mes sincères remerciements et reconnaissances à mes parents.

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude et mes vifs remerciements à mon encadreur Dr. Boulacel mouad qui m'a fait l'honneur de diriger mon mémoire de fin d'étude et pour ces orientations et ces conseils judicieux.

Je remercie tous les membres de jury qui ont accepté d'enrichir le travail ;

Professeur Benlaribi Moustapha de ma donner l'honneur de présider le jury ainsi ses orientations vont surement enrichir le travail.

Et Madame Bouchoukh imene d'avoir accepté d'examiner mon travail, leurs conseils seront très fructueux.

Je remercie vivement Mr le directeur de la ferme pilote à Oued-Athemanina, pour son consentement qu'il nous a accordé pour réaliser la partie expérimentale.

Enfin, un grand remerciement à toutes les personnes qui m'ont aidé de près ou de loin pour réaliser ce travail.

Leurs soutiens et leurs encouragements.

J'ai été très précieuse.

DEDICACES

*Je dédie ce mémoire à mes
chers parents.*

Inès...

Table des matières

TABLE DES FIGURES

INTRODUCTION

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

1. PHENOLOGIE DES ARBRES FRUITIERS.....	13
1.1. Définition de la phénologie.....	13
1.2. Définition de Rosacées fruitières.....	14
1.3. Les différentes phases phénologiques des Rosacées fruitières.....	15
1.3.1. Phase de dormance (ou repos).....	15
1.3.2. Phase d'activité.....	16
1.3.2.1. Débourrement.....	16
1.3.2.2. Floraison.....	16
1.3.2.3. Fécondation et Nouaison.....	18
1.3.2.4. La chute des fleurs et des fruits.....	19
1.3.2.5. Grossissement des fruits et maturation.....	19
2. CLIMAT ET SON IMPACT SUR LES ARBRES FRUITIERS.....	21
2.1. Définition du climat.....	21
2.2. Importance du climat pour la végétation.....	21
2.3. Impact du climat sur la phénologie de Rosacées fruitières.....	21
2.3.1. Sur la phase de dormance (repos).....	22
2.3.2. Sur la levée de dormance et le débourrement.....	22
2.3.3. Sur la floraison.....	23
2.3.4. Sur la fécondation et la nouaison.....	24
2.3.5. Sur la fructification.....	25
2.4. Importance d'étudier la phénologie des arbres fruitiers.....	26

PARTIE EXPERIMENTALE

MATERIELS ET METHODES.....	28
1. Présentation de la région d'étude.....	29
1.1. La région de Mila.....	29
1.2. La zone d'étude.....	29
1.3. Matériel végétal.....	30
2. Caractéristiques climatiques de la zone d'étude (2020/2021).....	32
3. Méthode de travail :.....	36
RESULTAT ET DISCUSSION.....	38
1. Résultats de suivi des phases phénologiques.....	39
2. Etablir un calendrier phénologique.....	39
3. La discussion.....	41

CONCLUSION

RESUME

ABSTRACT

ملخص

REFERENCES

ANNEXES

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I: Les phases de maturation (Pauline et Olivia, 2021).	19
Tableau II: Les variations phénologiques observées chez diverses espèces fruitières (Ammar, 2014).	23
Tableau III: Le matériel végétal de l'étude.	30
Tableau IV: Données climatiques de la zone d'étude durant l'année agricole (2020-2021), (O.N.M 2021).	32
Tableau V: Programme de sorties sur terrain.	36
Tableau VI: Résultats du suivi phénologiques des quelques arbres fruitiers dans la ferme pilote Oued Athmania-Mila-	39
Tableau VII: Un calendrier phénologique des arbres fruitiers dans la région d'Oued-Athemia -Mila- (2020/2021).	39

Table des figures

Figure 1: Cycle de développement d'un arbre fruitier de pays tempéré (prunier domestique). Couranjou, J. (1983).	14
Figure 2 : Développement de la fleur (coupe longitudinales) d'après Besrillon, 1955. A : formation des sépales, B : Formation du manchon, C et D : formation des étamines, Eef : formation des carpelles (Carp : carpelle ; Et : Etamine, Pétale ; Sép : sépale).	18
Figure 3 : Les phases phénologiques du pommier (Fleckinger, 1948).	20
Figure 4 : Principaux facteurs induisant la floraison : conditions climatiques, maturité, hormones (Morot-Gaudry <i>et al</i> , 2012).	24
Figure 5 : Position géographique de la Wilaya de Mila, (www.google.com).	29
Figure 6 : Présentation de la zone d'étude, (La ferme pilote, 2021).	29
Figure 7: Courbe des températures mensuelles moyennes, maximas et minimas enregistrées durant la période d'étude (2020-2021).	33
Figure 8: Histogramme des précipitations mensuelles moyennes enregistrées durant la période d'étude (2020-2021).	33
Figure 9: Histogramme de l'humidité mensuelle moyenne enregistrée durant la période d'étude (2020-2021).	34
Figure 10: Histogramme de durée de la photopériode enregistrée durant la période d'étude (2020-2021).	34
Figure 11: Vitesse mensuelle moyenne du vent (Km/h) enregistrées durant la période d'étude (2020-2021).	35
Figure 12: Histogramme du nombre de jours de Gelée par mois enregistrées durant la période d'étude (2020-2021).	35
Figure 13: Camera FUGIFILM 14 megapixel HD movie.	37
Figure 14: Logiciel utilisé pour l'étude statistique.	37
Figure 15: Etude statistique du type ACP pour la phase de débourrement.	41
Figure 16: Etude statistique du type ACP pour le début de la phase de floraison.	43
Figure 17: Etude statistique de type ACP pour la phase de nouaison.	44
Figure 18: Etude statistique de type ACP pour la phase de Fructification.	45
Figure 19: Phases phénologiques chez le pommier (<i>Malus domestica</i> L.) Var1 Gloden delicious.	60
Figure 20: Phases phénologiques chez le pommier (<i>Malus domestica</i> L.) Var2 Top red.	61
Figure 21: Phases phénologiques chez le Cerisier (<i>Prunus cerasus</i> L.)Var1 Tixeraine.	62
Figure 22: Phases phénologiques chez le Cerisier (<i>Prunus cerasus</i> L.)Var2 Regina.	63
Figure 23: Phases phénologiques chez le pêcher (<i>Prunus persica</i> L.) Var1 Springtime.	64
Figure 24: Phases phénologiques chez le pêcher (<i>Prunus persica</i> L.) Var2 JH Hal.	65
Figure 25: Phases phénologiques chez la Nectarine (<i>Prunus persica</i> L.) Var Fantasia.	66
Figure 26: Phases phénologiques chez l'Amandier (<i>Prunus dulcis</i> L.) Var1 Marcona.	68
Figure 27: Phases phénologiques chez l'Amandier (<i>Prunus dulcis</i> L.) Var2 Texas.	69
Figure 28: Phases phénologiques chez le prunier (<i>Prunus domestica</i> L.) Var1 Methley.	71
Figure 29: Phases phénologiques chez le Prunier (<i>Prunus domestica</i> L.)Var2 TC Sun.	72
Figure 30: Phases phénologiques chez l'Abricotier (<i>Prunus armeniaca</i> L.)Var1 Rouge de Roussillon.	74

Figure 31: Phases phénologiques chez l'Abricotier (*Prunus armeniaca*L.) Var2 Bulida..... 75

Introduction

La région méditerranéenne se caractérise par une grande biodiversité végétale, car elle est considérée comme la troisième région la plus riche du monde en termes de biodiversité végétale, et le nombre d'espèces végétales y est d'environ 13 000 espèces, parmi ces espèces se trouvent des arbres fruitiers à pépins et à noyaux, ces arbres passent par différentes phases de développements saisonniers : le débourrement, la floraison, la nouaison, la fructification et la maturité des fruits, ces phases liés à certains paramètres climatiques, c'est ce qu'on appelle le cycle phénologique.

Les Chinois et les Romains faisaient déjà, sans le savoir, de la phénologie en agriculture il y a plusieurs milliers d'années, par l'utilisation de calendriers phénologiques. Le terme a été proposé par le botaniste belge Charles Morren en 1853. C'est à Karl Von Linné, qui fonda en 1750 un réseau d'observations phénologiques en Suède, que l'on doit le départ d'une véritable science de la phénologie destinée à étudier les modifications périodiques subies par les organismes vivants au cours des saisons (Differt, J. 2001).

Ces phases phénologiques se réalisent sous l'influence de deux types de facteurs :

- Les facteurs intrinsèques inhérents particulièrement à la structure génétique
- Les facteurs extrinsèques ou écologiques représentés entre autres par la photopériode, la température et les précipitations dont les variations retentissent sur le phénomène dont dépend le rendement des plantes.

Chez les arbres fruitiers, la variation de production d'une année sur l'autre peut avoir des origines très diverses; de nombreux facteurs, principalement climatiques, jouent en effet favorablement ou défavorablement aux divers phases du cycle phénologique et conditionnent finalement le niveau de récolte de l'année.

En effet, selon Legave (2003) et Domerge *et al.* (2004), les facteurs climatiques ont des implications biologiques et agricoles où l'on peut observer des difficultés d'adaptation à l'environnement de certaines variétés, en particulier, on peut craindre de nouvelles irrégularités de production et des perturbations dans les spécialités régionales.

Par exemple, Des évolutions phénologiques inhabituelles ont été constatées depuis le début des années 2000, et ont entraîné en conséquence des irrégularités de production pour certaines espèces dans les régions méridionales françaises ; des pertes de production très

importantes ont été provoquées par de telles conditions climatiques, notamment en 2007 pour le cerisier et en 2008 pour l'abricotier (Legave, 2009).

Comme nous avons déjà cité, la problématique qui se pose est que la phénologie des arbres fruitiers peut être impactée par les facteurs climatiques d'une façon défavorable, ce qui peut conduire à une faible productivité.

L'objectif de notre étude est de mettre en évidence l'effet du climat sur le comportement de certains variétés de Rosacée à pépins et à noyaux au niveau de différentes phases phénologiques réparties dans la ferme pilote Oued-Athemia qui est une région méditerranéenne de Nord-est algérien.

Partie bibliographique

1. Phénologie des arbres fruitiers

1.1. Définition de la phénologie

Selon Durand (1967) la phénologie (dont l'origine étymologique est phénoménologie) désigne, au sens large, l'ensemble des particularités morphologiques du cycle de développement d'un végétal, avec mention des époques de l'année correspondantes. Au sens strict, c'est l'étude des relations entre les phénomènes climatiques et les caractères morphologiques externes du développement des végétaux. Par développement, on entend toute modification qualitative dans la forme de la plante.

Selon Défila et Clot (2000) la phénologie étudie les phénomènes périodiques des plantes. Elle cherche à saisir la progression temporelle, spatiale et stationnelle de la réapparition de ceux-ci. Elle est fortement corrélée avec des caractères adaptatifs (ainsi, la tardiveté du débourrement 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 êtres vivants et à étudier les facteurs qui l'influencent, les études phénologiques peuvent être utilisées à différentes fins. Elles constituent un outil nécessaire pour les améliorateurs. De plus, elles enrichissent la connaissance de l'autécologie des essences. Enfin, elles sont depuis peu employées afin d'étudier la réponse de la végétation au changement climatique.

Selon Berthet (2006) la phénologie est définie comme l'étude des relations entre les variations climatiques saisonnières et les phénomènes biologiques périodiques (germination, floraison, migration, reproduction). Les paramètres phénologiques d'adaptation ou bien les paramètres de précocité définissent le calage du cycle vis-à-vis des contraintes environnementales.

Selon Boivin et Sauphanor (2007) la phénologie peut être définie comme la répartition dans le temps des étapes clés du cycle de vie d'une espèce, en synchronie avec les variations de son environnement (température, durée du jour, humidité...).

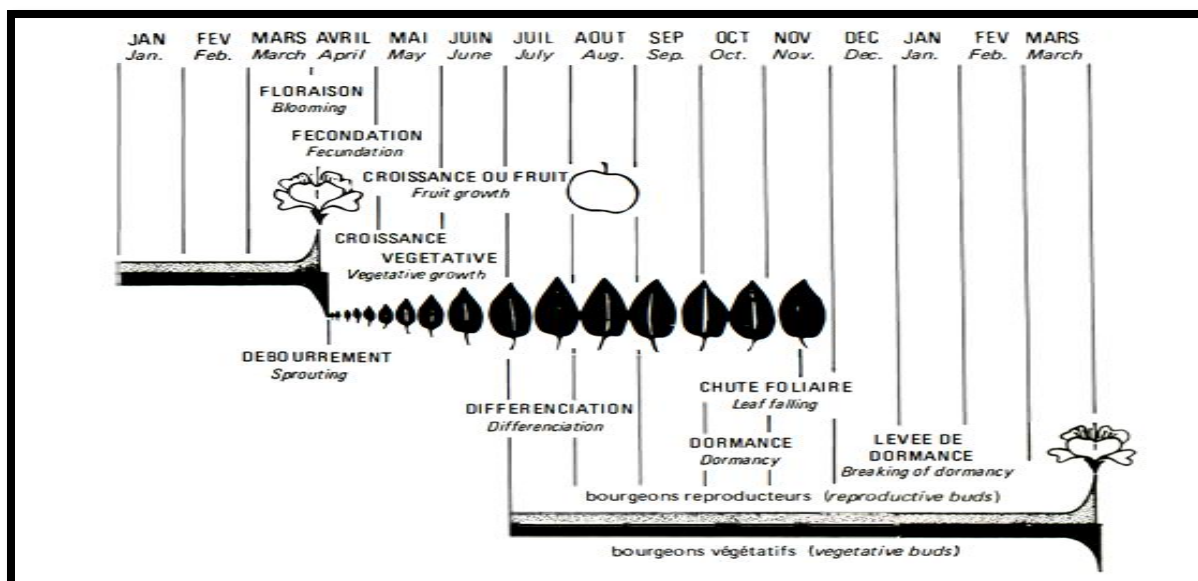


Figure 1: Cycle de développement d'un arbre fruitier de pays tempéré (prunier domestique). Couranjou, J. (1983).

1.2. Définition de Rosacées fruitières

Les Rosacées comprennent bien évidemment les rosiers, mais aussi bon nombre de plantes fruitières comme le pommier, le poirier, le cerisier, le prunier, le pêcher ou le fraisier. Généralement, on classe les plantes de cette vaste famille en tribus parmi lesquelles on trouve la tribu des spirées, celle des fraisiers, sorbiers, pimprenelles et sanguisorbes, celle des rosiers, ronces et églantiers, celle des prunes, cerises, pêches et amandiers et celle des poires et des pommes (Olivier, 2009).

Les arbres fruitiers à pépins ou noyaux appartiennent à la famille des Rosacées. Ils sont tous largement cultivés en Europe depuis très longtemps, pour leurs fruits consommés frais ou transformés (confitures, gelées, alcools, fruits secs, au sirop, etc...), On distingue les fruits à pépins : pommier (*Malus sp.*), poirier (*Pyrus sp.*) et cognassier (*Cydonia oblonga*), et les fruits à noyaux ou drupes : prunier, pêcher, cerisier, abricotier et amandier (*Prunus sp.*). Pour cette dernière espèce c'est la graine qui est consommée (Anonyme, 2018).

Toutes ces espèces nécessitent pour une bonne fructification, une pollinisation par les insectes (abeilles, bourdons), La période de floraison et pollinisation est plus ou moins sensible au gel. Les modes de culture sont assez semblables : multiplication par voie végétative, taille régulière, etc. (Anonyme, 2018).

1.3. Les différentes phases phénologiques des Rosacées fruitières

La définition des phases repères des arbres fruitiers proposée par les différents auteurs n'est pas toujours la même. Les phénomènes végétatifs à décrire ou leur période d'apparition peuvent d'ailleurs différer d'une espèce fruitière ou d'une variété à l'autre, l'établissement d'une correspondance entre les différents systèmes a donc été nécessaire. (Arboriculture, 2009).

Selon Benttayeb (1993) le cycle évolutif annuel des arbres fruitiers concerne l'ensemble des processus et des changements que subit la plante durant une année. Ces changements sont de nature biologique, biochimique et morphologique et dépendent dans une large mesure des conditions externes, notamment d'aléas climatiques. Il ajoute que la réaction de l'arbre aux conditions du climat sont ainsi différentes et saisonnières et s'extériorisent visiblement par deux grandes phases : la phase de dormance ou repos et la phase d'activité.

1.3.1. Phase de dormance (ou repos)

La dormance est l'état d'un bourgeon qui n'évolue pas même si les conditions extérieures sont favorables (Vidaud, 1989). Comme diverses espèces végétales, les bourgeons de toutes les Rosacées fruitières sont en état de repos apparent après leur formation en été, que l'on qualifie de dormance, ils exigent une certaine accumulation de froid pour lever cette dormance, puis chaleur pour se développer (Lichou *et al*, 2012).

La phase de dormance chez les arbres fruitiers s'étend en général de la chute des feuilles en automne à l'apparition des premiers signes d'activité au printemps. Bien qu'on ne sait pas de façon précise par quels mécanismes des plantes entrent en dormance ou en sortent, on conçoit toutefois que ce sont les paramètres suivants qui en sont la cause (Benttayeb, 1993) :

- Diminution de l'éclairement et réduction de la durée et de l'intensité lumineuse.
- Abaissement des températures moyennes au-dessus des limites inférieures nécessaires à la poursuite de l'activité de l'arbre.
- La chute des feuilles en automne et l'entrée en dormance seraient des caractéristiques génétiques.

Logiquement, la dormance devrait correspondre à la période hivernale. (Durand *et al*, 1975) pensent autrement et affirment que la dormance n'est généralement pas provoquée par l'approche de l'hiver puisqu'elle se produit le plus souvent à la belle saison.

1.3.2. Phase d'activité

Après un certain temps de dormance et de repos, les arbres fruitiers commencent leur activité au printemps et la maintiennent jusqu'au début de la chute des feuilles. En général, la sortie de dormance se fait entre le mois de février et le mois d'avril. La phase d'activité se traduit par le déroulement de deux principaux processus : la croissance végétative et la fructification (Bentayeb, 1993).

➤ La croissance végétative

La croissance d'un végétal est l'ensemble des mécanismes (multiplication et grossissement cellulaires) qui conduisent à l'augmentation du volume et du poids de ses parties existantes et à la formation de nouveaux organes : racines, feuilles et ramification (Bentayeb, 1993).

➤ La fructification

La mise à fruits des arbres fruitiers est l'ensemble des phénomènes physiologique et morphologique qui permettent à la plante, après un certain temps de végétation, de s'organiser et d'entrer en phase de production des fruits (Bentayeb, 1993).

1.3.2.1. Débourrement

Le débourrement est la première manifestation externe de l'activité de l'arbre du point de vue cinétique, le débourrement débute par le gonflement des bourgeons, l'augmentation du taux de matière sèche et l'écartement des écailles. Il a lieu au printemps, commence par l'éclatement des yeux et ses écailles laissant apparaître les premières pièces florales, pour les boutons à fleurs ainsi que l'apparition d'une masse verdâtre qui est l'ébauche de la future pousse pour les bourgeons à bois (Got, 1958).

Selon (Legave *et al.* 1984), la levée de dormance et l'évolution des bourgeons exigent deux actions thermiques :

- La satisfaction des besoins en froid hivernal ;
- La satisfaction des besoins en chaleur.
- La satisfaction des besoins en chaleur permet le développement normal des bourgeons après la levée de dormance par le froid.

1.3.2.2. Floraison

La floraison des arbres fruitiers se passe en plusieurs étapes qu'il convient d'observer pour protéger les fleurs des gelées tardives. Après des mois de dormance, les bourgeons à

fleurs se gonflent de sève puis "éclatent" laissant apparaître les boutons floraux. Ces derniers augmentent de volume tout en prenant une teinte rose puis s'ouvrent en pleine floraison (Anonyme, 2015).

La date et l'intensité de floraison est le résultat d'une combinaison complexe de facteurs climatiques et agronomiques ; durée de la période de dormance, durée de la croissance de l'ébauche florale et état hydrique du sol (Lichou *et al*, 2012). Dans la formation de la fleur, nous pouvons distinguer trois phases principales et successives à savoir :

- **Induction florale**

C'est un phénomène physiologique complexe qui se traduit par le passage de la plante de l'état végétatif à l'état reproducteur (Benttayeb, 1993). C'est aussi l'acquisition d'un bourgeon végétatif de la capacité à évoluer ultérieurement en bougeons à fruit et donc à donner fleurs et fruits quand certaines conditions trophiques (nutritionnelles) et climatiques (température et lumière) sont réunies (Seghour et Bouhala, 2007).

- **La différenciation des ébauches florales**

Après l'induction, la différenciation florale du bourgeon commence. Cette différenciation se produit au début de l'été, ou moment où la croissance végétative se ralentit. Le processus comprend les changements histologiques et morphologiques dans l'apex, aboutissant au développement des primordiaux floraux, ensuite aux parties distinctes de la fleur. Il s'agit donc de transformations morphologiques accompagnées la plus souvent des changements fonctionnelles, et résultant en fait de modifications de la composition chimique (Seghour et Bouhala, 2007).

- **Développement floral**

Les traits essentiels du développement floral sont la croissance de l'ébauche et les maturations des cellules reproductrices. Selon Monet et Bastard (1970), à la fin du mois de décembre chez le pêcher, les ébauches florales reprennent leur croissance et celle par le déclenchement de la méiose. Cette croissance persiste jusqu'à l'éclatement du bourgeon qui intervient au mois de mars, avec la floraison.

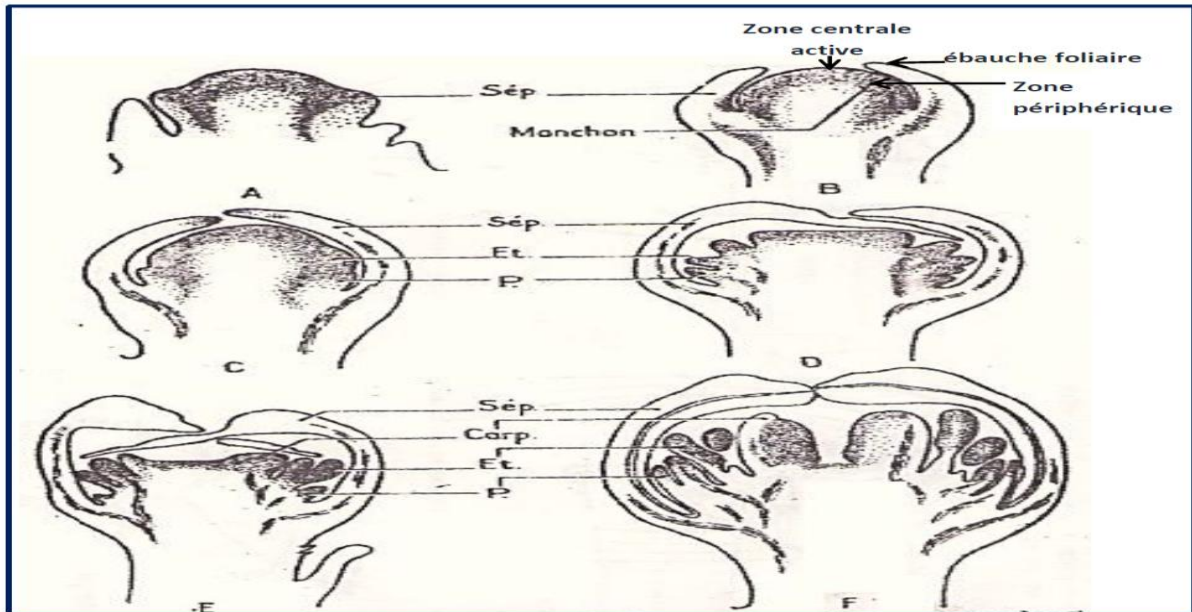


Figure 2 : Développement de la fleur (coupe longitudinales) d'après Besrillon, 1955.

A : formation des sépales, B : Formation du manchon, C et D : formation des étamines, Eef : formation des carpelles (Carp : carpelle ; Et : Etamine, Pétale ; Sép : sépale).

1.3.2.3.Fécondation et Nouaison

La pollinisation doit être bien organisée afin d'obtenir une meilleur fécondation des arbres en intercalant dans les vergers ou en plantant à proximité, d'autres variétés capables d'adopter un supplément de pollen, ou en disposant une ruche dans le voisinage (4 à 6 ruches chez le pommier), la fécondation se révèle indispensable à la nouaison du fruit et à son grossissement (Barka, 2015).

La nouaison est définie comme étant le mécanisme qui prend la relève de la floraison. Elle peut être le résultat de la fécondation des fleurs ou la parthénocarpie et conduit à la formation des fruits (Gautier, 1987; Benttayeb, 1993) celle-ci est plus rapide en pollinisation croisée. La nouaison correspond au début de la croissance du jeune fruit (Boulay, 1961). Le fruit noué poursuit sa croissance pendant plusieurs semaines. Durant cette période, il croit progressivement en 3 étapes successives

- Période d'accroissement rapide du péricarpe (phase de multiplication cellulaire)
- Phase stationnaire du développement du péricarpe (formation des graines et durcissement du noyau)
- Période de grandissement du volume du fruit.

1.3.2.4. La chute des fleurs et des fruits

Les arbres fruitiers se caractérisent par leur pouvoir de former un grand nombre de fleurs et de fruits. Ils sont par contre, incapable de les maintenir sur l'arbre jusqu'à la récolte.ils doivent en effet, réduire naturellement ou accidentellement leurs charges afin d'assurer à ceux qui restent des conditions nutritives et un éclaircissement adéquats.

Il ressort d'après les chercheurs qui ont étudié ces phénomènes que la probabilité de les observer est multipliée par le nombre de facteurs qui les régissent. Certains facteurs sont extérieurs au végétale (techniques culturales, conditions atmosphériques...) d'autres, sont inhérents au végétal lui-même (antagonisme entre la croissance végétative et la croissance des fruits, avortement naturel de l'ovaire...), (Bentayeb, 1993).

1.3.2.5. Grossissement des fruits et maturation

La maturation des fruits correspond à un ensemble de changements biochimiques et physiologiques qui conduisent le fruit à son état de maturité et qui lui confère ses caractéristiques organoleptiques: arôme, couleur, fermeté, jutosité. La vie des fruits comportent quatre phases et trois périodes selon le tableau suivant :

Tableau I:Les phases de maturation (Pauline et Olivia, 2021).

Stades	Naissance à partir de la fleur	Véraison (début du virage de la couleur)	Maturité	Mort
Périodes	Grande croissance		Maturation	Sénescence

La maturation est une phase de développement génétiquement programmée avec la mise en œuvre de l'expression de gènes spécifiques. Les principaux phénomènes biochimiques et physiologiques de la maturation des fruits sont (Pauline et Olivia, 2021):

- Une augmentation de la production d'éthylène
- Une augmentation de la respiration
- Une émission organique volatile
- Une hydrolyse de l'amidon
- Un enrichissement en saccharose
- Une diminution des acides organiques

- Une synthèse protéique
- Une synthèse de pigments
- Une régression des chlorophylles
- Une solubilisation des composés pectiques

Les cellules sont donc très actives durant la maturation du fruit.

C'est une étape très importante pour la qualité des fruits car elle correspond à la poursuite de l'accumulation de réserves dans le fruit, une perte de fermeté (dégradation des parois), une diminution de l'acidité et une augmentation de la teneur en sucres, mais aussi le développement des arômes, de l'éthylène et de l'apparition de la couleur. Par la suite, le fruit cessera d'accumuler des métabolites et produira un anneau d'abscission se préparant ainsi à être séparé du rameau porteur puis entrera dans la phase de sénescence (Trainotti *et al*, 1993).

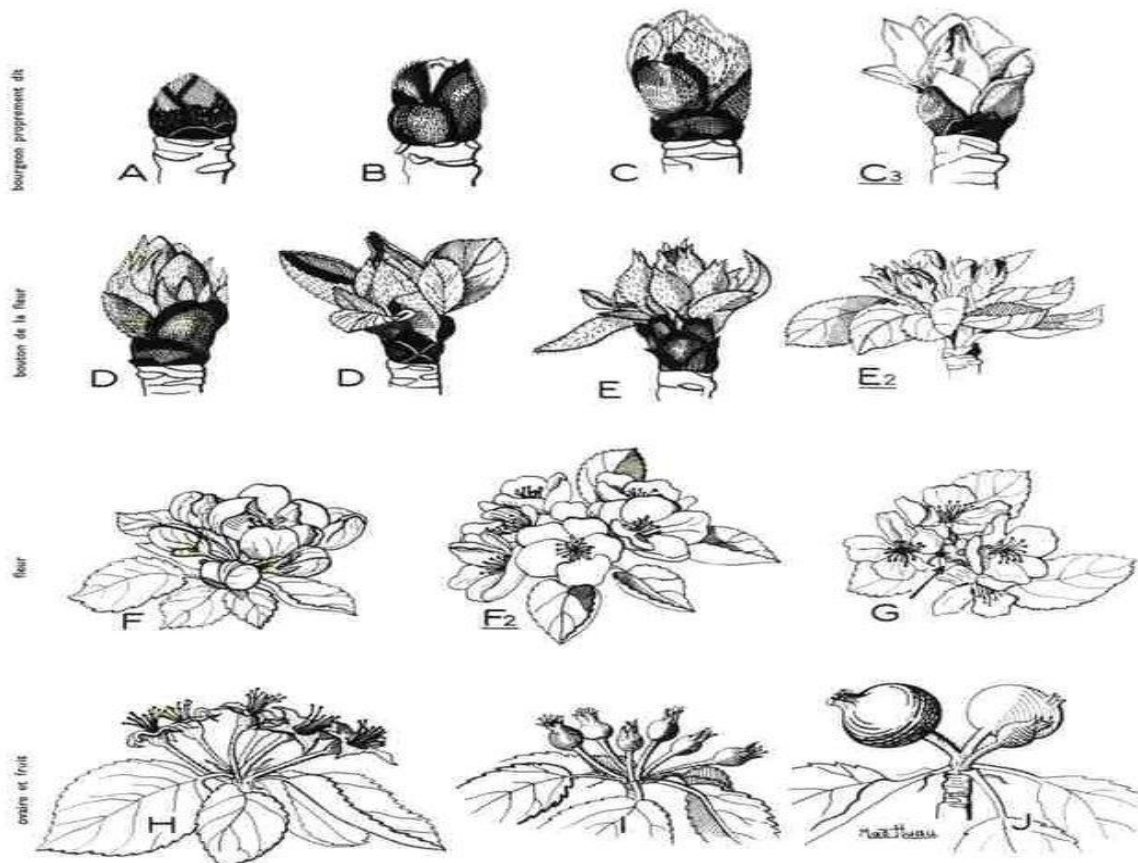


Figure 3 : Les phases phénologiques du pommier (Fleckinger, 1948).

2. Climat et son impact sur les arbres fruitiers

2.1.Définition du climat

Le climat est l'ensemble des phénomènes météorologiques qui caractérisent pendant une longue période, l'état moyen de l'atmosphère et son évolution en un lieu donné. (Laffont, 2015). Le climat est le résultat du comportement de l'atmosphère de point de vue humidité, pluie, température, éclaircissement et vent (Boudy, 1952).

Selon Dajoz (2006), le climat d'une région correspond à l'ensemble des conditions qui caractérisent l'état moyen de l'atmosphère en un lieu donné. Les paramètres climatiques enregistrés par les météorologistes correspondent au macroclimat ou climat régional. On peut distinguer parmi les facteurs climatiques un ensemble de facteurs énergétiques constitués par la lumière et la température, des facteurs hydrologiques comme les précipitations et l'hygrométrie et des facteurs mécaniques tels que le vent et l'enneigement (Ramade, 2003).

2.2.Importance du climat pour la végétation

Selon Lacoste et Salanon (2001), le climat est l'une des composantes fondamentales d'un écosystème terrestre. Il joue, de ce fait un rôle fondamental dans la distribution des êtres vivants, car ces derniers ne peuvent se maintenir en vie qu'entre certaines limites précises des différents facteurs climatiques (Dajoz, 1996).

Le climat à une grande influence sur l'activité physiologique de l'arbre et les différences annuelles parfois très grandes de rendement et de qualité des fruits sont en grande partie attribuées aux variations climatiques. Le climat agit sur la plante par ces différentes composantes, la température, la pluviométrie et le vent (Aicha et Samiya, 2017).

2.3.Impact du climat sur la phénologie de Rosacées fruitières

Les conditions climatiques ont un impact considérable sur le comportement de l'arbre fruitiers en général et sur sa biologie florale en particulier. D'ailleurs, les arboriculteurs savent bien que l'on a souvent tendance à hypothéquer la récolte des fruits en fonction des aléas climatiques de l'année. Toutefois, la réponse de l'arbre a ces paramètres, fréquemment aléatoires, ne peut pas être généralisée à l'ensemble des espèces fruitières et des régions. Aussi, est-il rigoureusement recommandé, avant de créer une plantation fruitière, de tenir compte des exigences de l'arbre et de le planer là où il s'adaptera le plus vite possible à son milieu et là où ses performances productives seraient optimales.

2.3.1. Sur la phase de dormance (repos)

La dormance hivernale, notamment, est une phase de repos développemental qui protège les tissus reproductifs et méristématiques de toute dégradation par le froid et le gel. Chez les arbres des zones tempérées, la baisse des températures et la diminution de la longueur du jour à la fin de l'été déclenchent l'entrée en dormance des bourgeons végétatifs et floraux. La progression de la dormance au cours de l'hiver est ensuite conditionnée par les températures afin de garantir un débourrement et une floraison optimale dans des conditions favorables au printemps.

Dans le contexte du changement climatique, l'impact de l'augmentation des températures est déjà visible sur de nombreux aspects de la phénologie printanière avancée marquée des dates de floraison et défauts de débourrement, ce qui peut avoir des effets dramatiques sur le développement et la production. Cette problématique est d'autant plus importante pour les arbres fruitiers qui sont très sensibles aux évolutions de températures, avec des impacts économiques importants, et des programmes d'amélioration longs et coûteux.

Une meilleure compréhension des mécanismes impliqués dans la régulation de la dormance par la température est donc un enjeu important. De nombreuses études ont mis en évidence certains mécanismes physiologiques et moléculaires impliqués dans le contrôle de la dormance : phytohormones, sucres, processus d'oxydo-réduction, gènes de dormance, régulation épigénétique.

L'enjeu à moyen terme est d'exploiter ces connaissances pour développer des approches prédictives et simuler l'évolution de la dormance dans le contexte des futures conditions climatiques.

2.3.2. Sur la levée de dormance et le débourrement

La température est un facteur influençant le développement et la croissance des plantes. Les changements climatiques peuvent donc avoir un impact majeur sur la phénologie de celles-ci (Cleland *et al*, 2007).

La majorité des arbres fruitiers entrent en dormance au cours de l'automne afin d'éviter les dommages occasionnés par les températures froides en modifiant leur état physiologique avant l'arrivée de l'hiver. Pour lever cette dormance, les bourgeons doivent être exposés à des températures froides (0 à 7°C) durant un temps fixe (unités de froid). Les

changements climatiques anticipés dans les prochaines décennies pourraient entraîner une diminution des unités de froid, ce qui empêcherait les arbres fruitiers de combler leur besoin en froid (Hansen *et al.* 2006).

Plusieurs chercheurs ont étudié les impacts des changements climatiques sur différentes cultures. Selon les tendances observées dans une étude réalisée au Québec entre 1960 et 2005, l'augmentation de la température serait plus importante durant la saison hivernale qu'estival (Rochette *et al.*, 2004).

Plusieurs auteurs ont montré une avancée de la date de floraison et du débournement végétatif avec l'augmentation de la température chez différentes espèces fruitières (tableau 2). Ceci peut être expliqué par un raccourcissement de la durée de la croissance florale vu la rapidité de la satisfaction des besoins physiologiques en chaleur une fois que la dormance est levée (Legave, 2007).

Tableau II: Les variations phénologiques observées chez diverses espèces fruitières (Ammar, 2014).

Les variations phénologiques	Espèces fruitiers
Précocité de floraison et du débournement végétatif	<ul style="list-style-type: none"> - Pêcher - Pommier et poirier - <i>Prunus davidiana</i>, <i>Prunus ameniaca</i>, <i>Robiana pseudoacacia</i>, <i>Syringa oblata</i>.
Accélération du développement des bourgeons floraux	<ul style="list-style-type: none"> - Abricotie

2.3.3. Sur la floraison

La date de floraison des arbres fruitiers est l'un des indicateurs qui illustrent l'impact du changement climatique, puisque cette phase phénologique est fortement liée aux températures : les températures basses permettraient la levée de la dormance des bourgeons alors que les températures élevées permettraient la croissance de la fleur.

La température est un facteur clé de la croissance et du développement des plantes. Conjugée avec la luminosité, le dioxyde de carbone, l'humidité dans l'air, l'eau et les

nutriments, la température influe sur la croissance des plantes et ultimement le rendement des cultures et peut troubler l'initiation florale. (C.T.I.F.L. ; 2011).

On remarque généralement une accélération des processus biologiques lorsque la température augmente, ce qui peut à la fois entraîner des effets favorables ou défavorables. Par exemple, l'accélération de la croissance ou de la fructification compte comme un avantage, dans la plupart des cas. En revanche, la respiration excessive est défavorable, car la plante consacre moins d'énergie à la fructification et produit donc des fruits plus petits. Certains effets sont ressentis à court terme, alors que d'autres apparaissent à long terme. En l'occurrence, la température agit immédiatement sur l'équilibre d'absorption de la plante, mais l'induction florale est déterminée par le climat sur une plus longue période, (C.T.I.F.L. ; 2011).

D'après l'étude de Rasamimanana *et al*, (2012) La saison de floraison varie beaucoup suivant l'espèce et les arbres avec fruits abondent deux fois par an. Les arbres feuillés sont abondant quand les précipitations sont abondantes, la feuillaison n'est influée que faiblement par la température, la floraison n'est ni influencée par la température, ni par les précipitations ou elle l'est mais probablement non pas dans l'immédiat; après une bonne humidité, la production de fruit est élevée quand la température s'accroît.

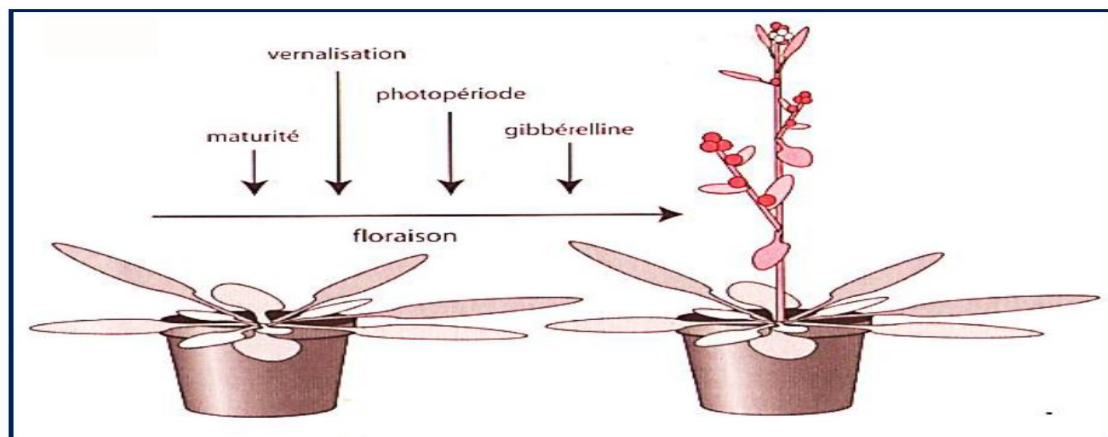


Figure 4 : Principaux facteurs induisant la floraison : conditions climatiques, maturité, hormones (Morot-Gaudry *et al*, 2012).

2.3.4. Sur la fécondation et la nouaison

L'effet de la température sur les performances des organes reproducteurs dépend des espèces et des régions de culture (Hedhly *et al*, 2009). L'augmentation des chutes de fleurs après la pollinisation entraîne par ailleurs une diminution du taux de nouaison et une réduction du rendement final en fruits chez la tomate (Adams *et al*, 2001; Garg et Cheema,

2011), les céréales (Porter et Semenov, 2005), les espèces pastorales (Tubiello *et al.*, 2007), le fraisier (Ledesma *et al.*, 2008) et le prunier (Niezderholzer, 2014).

Ces résultats ont été confirmés par Erez *et al.* (1998; 2000), qui ont démontré que les fortes températures pendant les périodes pré- et post- floraison engendraient une diminution du taux de nouaison et des pertes de fruits sur pêches et nectarines. Cette chute physiologique est aggravée par l'avancement de la croissance végétative. Des températures supérieures à 25°C sont considérées comme températures-seuil pour la survenue des problèmes de nouaison chez les Prunus.

2.3.5. Sur la fructification

Le réchauffement climatique a des impacts importants sur la phénologie du débourrement et de la floraison chez les arbres fruitiers, et il a par conséquent des effets sur la production et la maturité des fruits (Legave, 2007). La croissance des fruits dépend du cumul des températures à partir de la floraison, et leur maturité est atteinte après accumulation d'une certaine somme de températures après floraison.

Ben Mimoun et DeJong (1999) ont démontré une forte corrélation entre le temps thermique qui sépare la floraison de la récolte et le nombre de jours de croissance chez quelques cultivars de pêcher. L'augmentation de la température pendant la période de post-floraison entraîne un raccourcissement de la durée de croissance du fruit et anticipe la date de récolte.

Plusieurs auteurs, notamment Day *et al.* (2008), ont confirmé que les températures élevées après la floraison réduisaient la durée de développement des fruits et accéléraient leur croissance en avançant ainsi la date de récolte.

L'augmentation de la température réduit fortement le temps nécessaire pour atteindre la maturité des fruits (Adams *et al.* 2001), et les récoltes plus précoces donnent des fruits de plus petits calibres (Day *et al.* 2008; Niezderholzer, 2014).

Ceci s'explique du fait que l'arbre ne peut pas fournir des ressources carbonées assez rapidement pour soutenir le taux de croissance potentiel des fruits précoces, associé à un rythme élevé d'avancement de leur phénologie (Lopez et DeJong, 2007). Il est donc nécessaire de bien gérer l'éclaircissage afin d'optimiser le calibre final des fruits (Day *et al.*, 2008).

Un autre facteur climatique qui peut affecter la phénologie est la photopériode, selon Ramade (2003), la photopériode contrôle la germination des végétaux, l'entrée en dormance et la reprise d'activité de l'apex des rameaux, leur croissance, la chute automnale des feuilles et enfin la floraison.

Les précipitations aussi sont considérées comme un facteur climatique qui peut affecter la phénologie, selon Emberger (1952) et Lacoste et Salanon (2001) dans les pays méditerranéens, la distribution des pluies est très inégale avec, en particulier, une forte déficience en période estivale au moment où le pouvoir évaporant de l'air est le plus élevé. 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 tels que les mares et les lacs temporaires, et les lagunes saumâtres soumises à des périodes d'assèchement. (Ramade, 2003). Les précipitations sont des facteurs climatiques essentiels en ce qui concerne le cycle écologique, le régime hydrographique et l'activité agricole. (Soukhal B, 2011).

2.4.Importance d'étudier la phénologie des arbres fruitiers

Les études phénologiques peuvent être utilisées à différentes fins, elles constituent un outil nécessaire pour les améliorateurs. De plus, elles enrichissent la connaissance de l'autécologie des essences. Elles sont depuis peu employées afin d'étudier la réponse de la végétation au changement climatique. Les buts principales de ces études sont (Anonyme, 2021):

- découvrir comment réagissent les plantes aux changements climatiques, aux printemps chauds, aux étés secs et aux hivers doux.
- faire des pronostics de phénophases, de saison pollinique, d'avis de gel, etc.
- identifier les effets sur la végétation d'une éventuelle modification climatique.

Partie expérimentale

Matériels et Méthodes

1. Présentation de la région d'étude

1.1. La région de Mila

La wilaya de Mila est située à l'Est algérien, à 400 km de la capitale Alger. Elle s'étend sur une superficie de 3407,60 km². Elle est limitée au nord par les wilayas de Jijel et Skikda, à l'Est par la wilaya de Constantine, à l'Ouest par la wilaya de Sétif et au Sud par la wilaya de Batna et d'Oum El Bouaghi, représenté dans la figure 5.

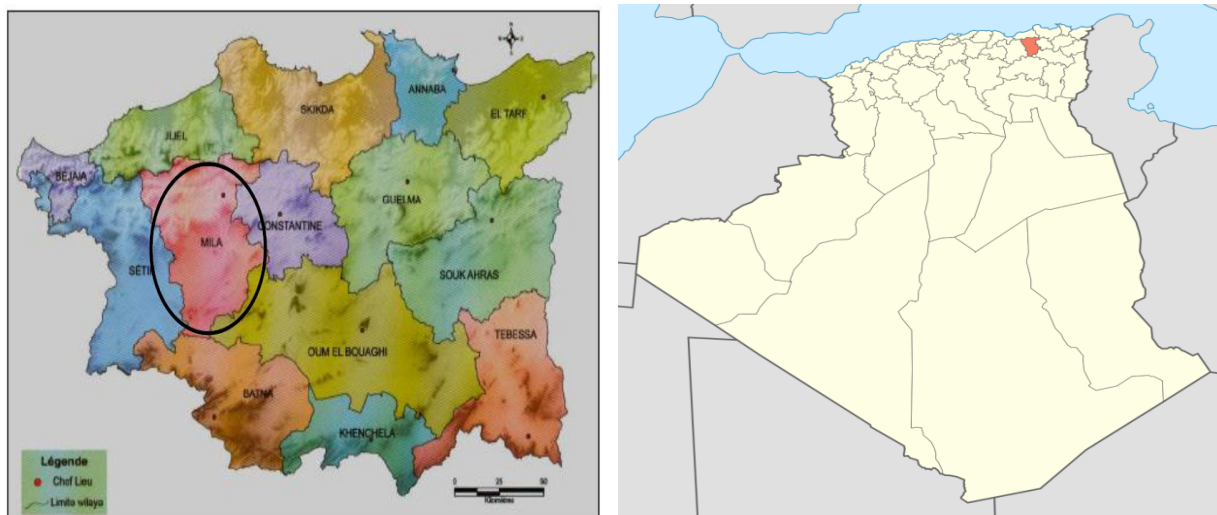


Figure 5 : Position géographique de la Wilaya de Mila, (www.google.com).

1.2. La zone d'étude

L'étude a été réalisée dans une ferme pilote dans la région de Oued-Athmanina (Wilaya de Mila) qui est située au nord-est de l'Algérie à 36.24° Nord de latitude et 6.28° Est de longitude et à 688m d'altitude. Sa superficie est d'environ 78.08 ha (voir figure 6).

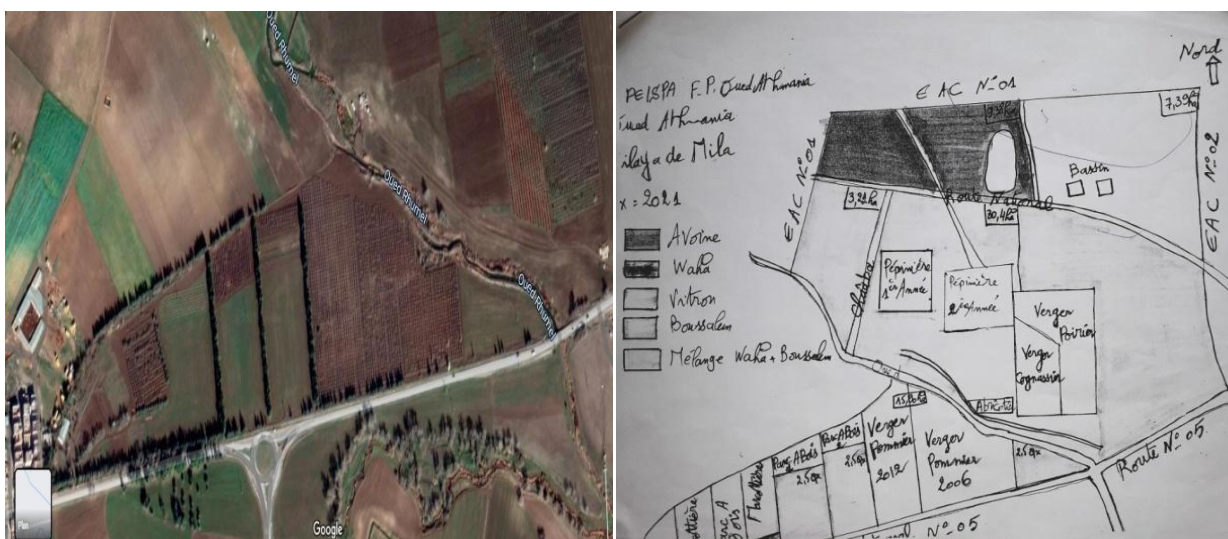








Figure 6 : Présentation de la zone d'étude, (La ferme pilote, 2021).

1.3. Matériel végétal

Comme le montre le tableau 3, le matériel végétal est constitué de 13 variétés des arbres fruitiers appartiennent de 7 espèces de la famille des Rosacées.

Tableau III: Le matériel végétal de l'étude.

Pommier (<i>Malus domestica</i> L.)	
Var1: Golden delicious 	Var2: Top red 
Cerisier (<i>Prunus cerasus</i> L.)	
Var1: Tixeraine 	Var2: Regina 
Pecher (<i>Prunus persica</i> L.)	
Var1: Springtime 	Var2: JH. Hale 

Nectarine (*Prunus persica* L) / Var1 : Fantasia



Amandier (*Prunus dulcis* L.)

Var1: Texas



Var2: Marcona





Abricotier (*Prunus armeniaca* L.)

Var1: Rouge de Roussillon



Var2: Bulida



Prunier (<i>Prunus domestica</i> L.)	
Var1: Methley	Var2: TC. Sun
	

2. Caractéristiques climatiques de la zone d'étude (2020/2021)

Le climat méditerranéen est caractérisé par un hiver doux et pluvieux et une période estivale longue chaude et sèche qui se prolonge du mois de Mai au mois d'Octobre avec une variation saisonnière et spatiale.

Le tableau 4 présente les données climatiques de la zone d'étude pendant la période (2020-2021).

Tableau IV: Données climatiques de la zone d'étude durant l'année agricole (2020-2021), (O.N.M 2021).

Paramètres	2020				2021					Année agricole
	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	
Température moyenne(C°)	20.8	15.2	12.9	8.2	8.2	10.5	10	13.8	19.3	13.2
Température maximale(C°)	27.9	22.9	19	13.2	13.9	17.5	16.3	20.8	26.8	19.8
Température minimale(C°)	14.5	7.9	7.3	3.7	2.5	4.3	4	7.2	11.9	7.03
Précipitations totales sur le mois (mm)	16.51	16.25	44.94	85.84	24.87	17.27	36.84	27.71	36.81	34.1
Humidité(%)	61.6	58.6	66.7	75	65.5	60.8	68.2	64	58.3	64.3
Photopériode (min)	736.5	668.5	608.5	579	547	645	709.5	778.5	834.5	678.6
Vitesse moyenne de vent (Km/h)	10.1	8.9	9.5	13.2	13.9	11.9	9.8	11	10.8	11.01
Nombre de jours de Gelée (jrs)	0	0	0	0	1	2	3	1	0	7

À partir du tableau ci-dessus, nous obtenons les histogrammes suivants :

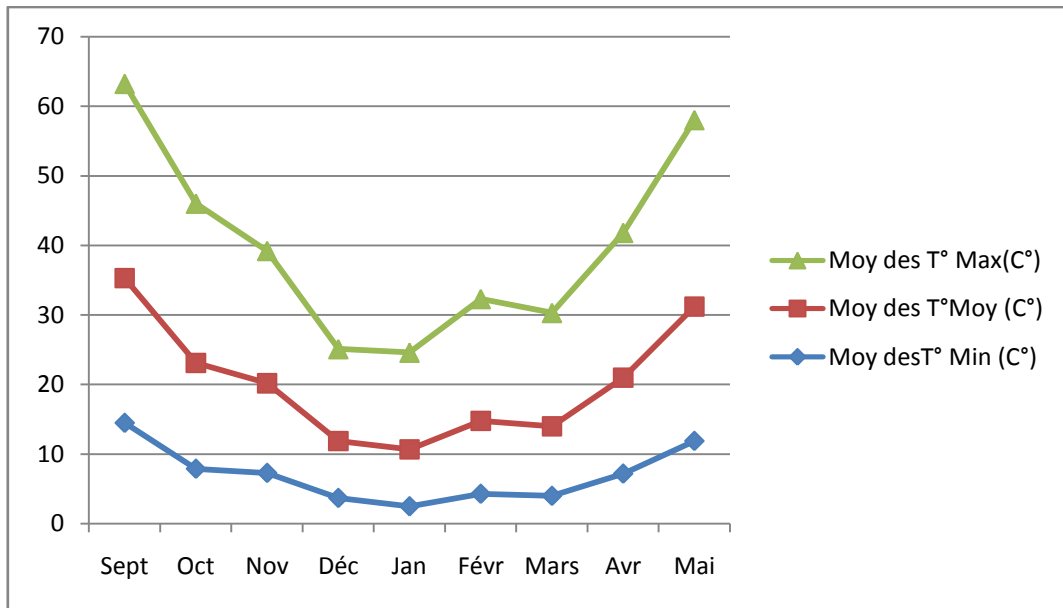


Figure 7: Courbe des températures mensuelles moyennes, maximas et minimas enregistrées durant la période d'étude (2020-2021).

Dans la période d'étude 2020-2021, la température moyenne mensuelle la plus élevée est enregistrée au mois de mai (19.3°C), pendant que la plus faible est celle de décembre et janvier (8.2°C).

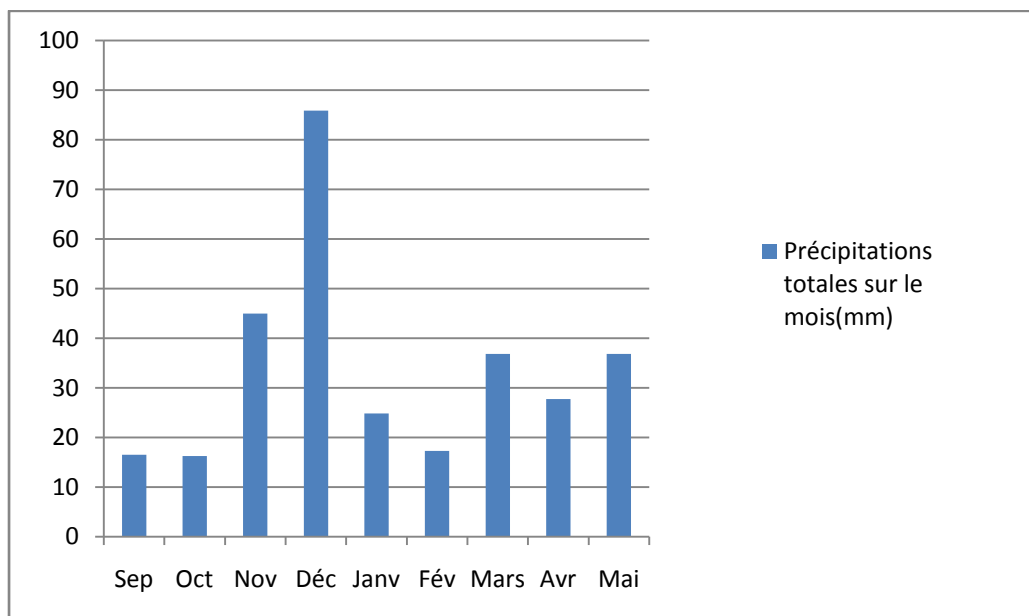


Figure 8: Histogramme des précipitations mensuelles moyennes enregistrées durant la période d'étude (2020-2021).

Les précipitations dans la zone d'étude est inégalement répartie à travers les mois de l'année, elles sont naturellement cantonnées dans le semestre frais qui débute en Novembre et se termine en Mars.

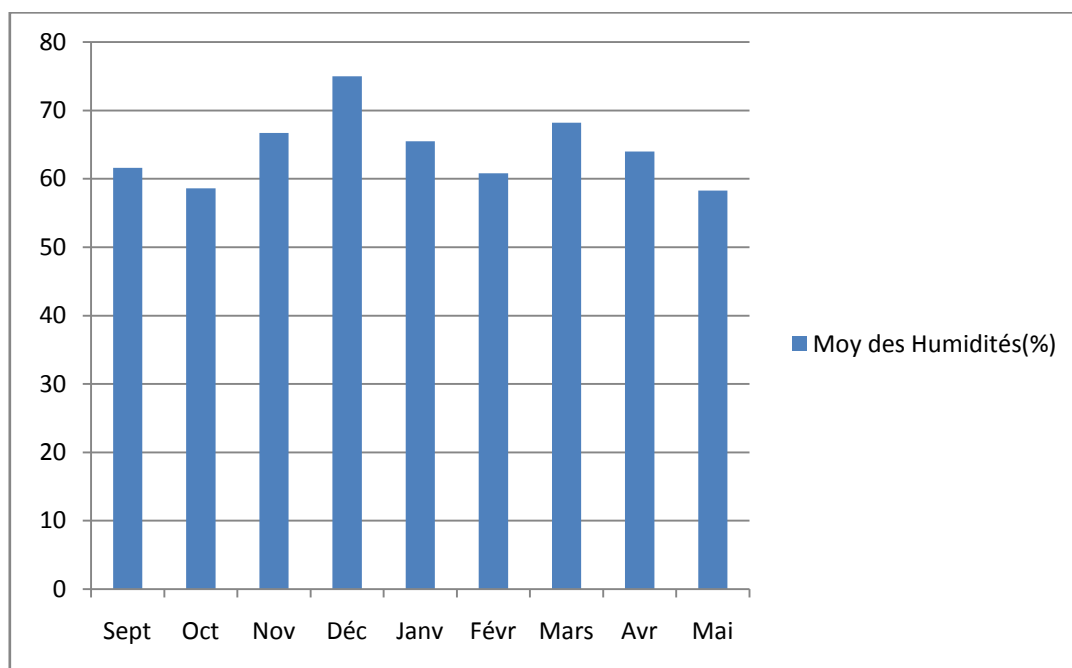


Figure 9: Histogramme de l'humidité mensuelle moyenne enregistrée durant la période d'étude (2020-2021).

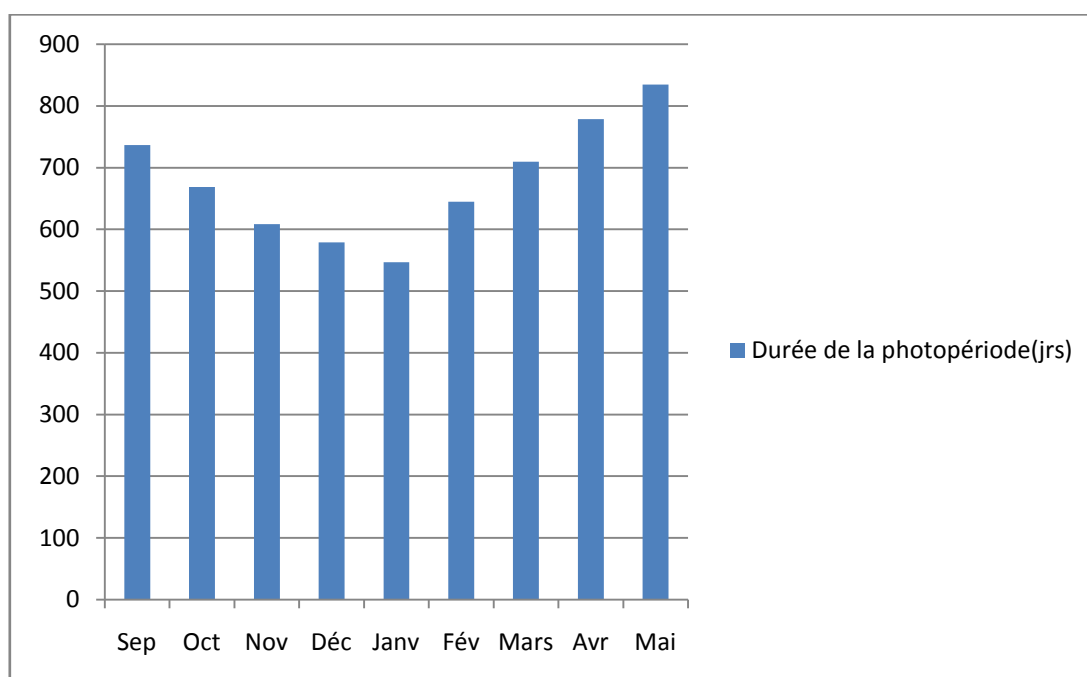


Figure 10: Histogramme de durée de la photopériode enregistrée durant la période d'étude (2020-2021).

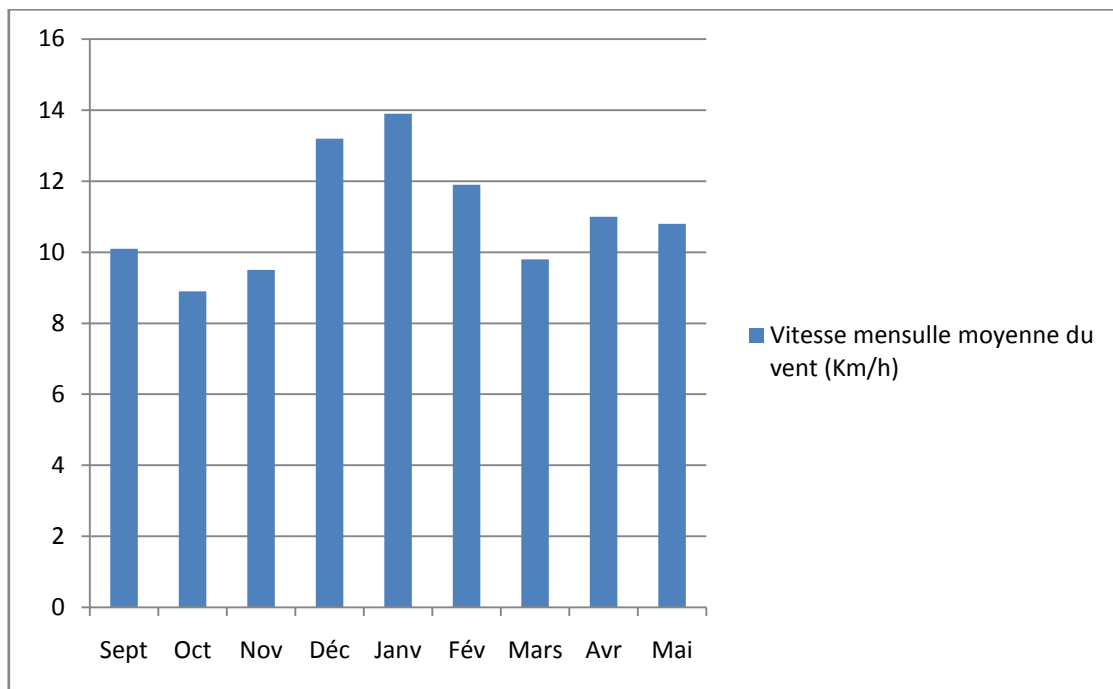


Figure 11: Vitesse mensuelle moyenne du vent (Km/h) enregistrées durant la période d'étude (2020-2021).

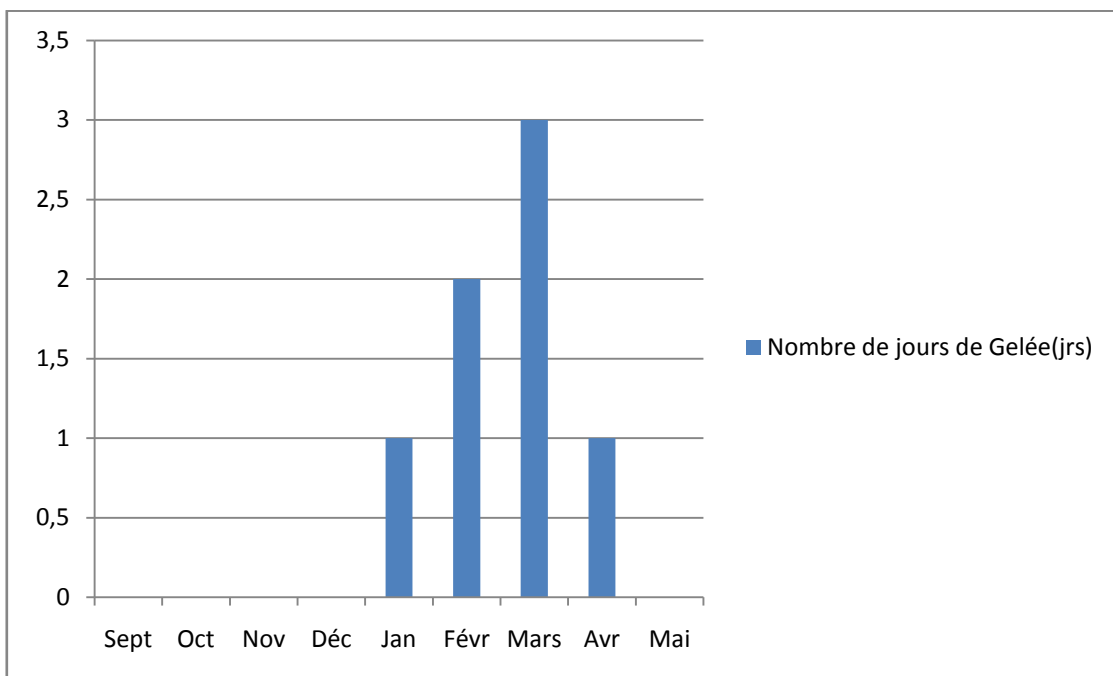


Figure 12: Histogramme du nombre de jours de Gelée par mois enregistrées durant la période d'étude (2020-2021).

Et à partir de là, nous disons que la région dans son ensemble est caractérisée par un climat saisonnière avec un hiver doux et humide continu avec une photopériode relativement courte et un été sec et chaud avec une photopériode relativement longue.

3. Méthode de travail :

Afin de suivre et d'étudier la phénologie des arbres fruitiers, le suivi des différentes phases phénologiques a été le résultat de sorties sur terrain selon un programme organisé, présenté dans le tableau suivant:

Tableau V: Programme de sorties sur terrain.

Numéro de sortie	Date de sortie	Numéro de sortie	Date de sortie
1	04/02/2021	9	01/04/2021
2	11/02/2021	10	05/04/2021
3	18/02/2021	11	15/04/2021
4	25/02/2021	12	22/04/2021
5	04/03/2021	13	29/04/2021
6	11/03/2021	14	06/05/2021
7	18/03/2021	15	13/05/2021
8	25/03/2021	16	31/05/2021

Le suivi phénologique s'est fait d'une manière périodique, où nous avons noté la date du début et de la fin des phases phénologiques :

1. Le débourrement
2. La floraison
3. La nouaison
4. La fructification.

Les étapes de l'étude étaient accompagnées de preuves au moyen d'une caméra de 14 méga pixels.



Figure 13: Camera FUGIFILM 14 megapixel HD movie

Après avoir obtenu les résultats, nous avons travaillé à comparer le début des phases phénologiques avec les données climatiques et environnementales, afin d'identifier les facteurs liés au cycle phénologique.

Afin d'organiser les variétés étudiées en groupes et d'observer l'association entre différents facteurs environnementaux d'une part et les phases du cycle phénologique d'autre part, une étude statistique de type ACP est réalisée sur les résultats à l'aide du programme statistique XLSTAT¹.



Figure 14: Logiciel utilisé pour l'étude statistique.

¹ <https://www.xlstat.com/fr/>

Résultat et discussion

1. Résultats de suivi des phases phénologiques

L'inventaire arboricole réalisé dans la région d'étude permet de suivre 13 variétés appartenant aux 7 espèces végétales d'arbres fruitiers de la famille des Rosacées, elles sont présentées selon leur suivi phénologique dans le tableau 6.





Tableau VI: Résultats du suivi phénologiques des quelques arbres fruitiers dans la ferme pilote Oued Athmania-Mila-

Famille	Espèce	Variété	Les phases phénologiques				
			Débourrement	Floraison		Nouaison	Fructification
				Début	Fin		
Rosacées	Pommier (<i>Malus domestica</i> L.)	Gloden delicious	18-03-2021	01-04-2021	22-04-2021	29-04-2021	06-05-2021
		Top red	18-03-2021	01-04-2021	22-04-2021	29-04-2021	06-05-2021
	Cerisier (<i>Prunus cerasus</i> L.)	Tixeraine	04-03-2021	18-03-2021	05-04-2021	15-04-2021	22-04-2021
		Regina	01-04-2021	15-04-2021	29-04-2021	06-05-2021	13-05-2021
	Pêcher (<i>Prunus persica</i> L.)	Springtime	18-02-2021	25-02-2021	18-03-2021	25-03-2021	01-04-2021
		JH. Hale	25-02-2021	18-03-2021	01-03-2021	05-04-2021	15-04-2021
	Nectarine (<i>Prunus persica</i> L.)	Fantasia	18-02-2021	25-02-2021	18-03-2021	25-03-2021	01-04-2021
	Amandier (<i>Prunus dulcis</i> L.)	Texas	18-02-2021	25-02-2021	11-03-2021	18-03-2021	25-03-2021
		Marcona	11-02-2021	18-02-2021	11-03-2021	18-03-2021	25-03-2021
	Prunier (<i>Prunus domestica</i> L.)	Methley	11-02-2021	25-02-2021	11-03-2021	18-03-2021	25-03-2021
		TC. Sun	25-02-2021	04-03-2021	25-03-2021	01-04-2021	15-04-2021
	Abricotier (<i>Prunus armeniaca</i> L.)	Rouge de Roussillon	18-02-2021	04-03-2021	18-03-2021	25-03-2021	01-04-2021
		Bulida	11-02-2021	25-02-2021	11-03-2021	18-03-2021	25-03-2021

2. Etablir un calendrier phénologique

Les résultats de tableau ci-dessus nous ont permis de faire un calendrier phénologique présenté dans le tableau 7.

Tableau VII: Un calendrier phénologique des arbres fruitiers dans la région d'Oued-Athemia -Mila- (2020/2021).

-  Phase de débourrement
-  Phase de floraison
-  Phase de nouaison
-  Phase de fructification et maturation.

3. La discussion

D'après le calendrier phénologique des arbres fruitiers présenté dans le tableau 6, et en considérant les données climatiques de la région, on peut obtenir les résultats suivants.

a) La phase de débourrement est associée à quelques différences climatiques saisonnières liées au passage d'une saison à l'autre de l'hiver au printemps qui ont favorisé le passage des variétés étudiées de l'état de dormance (repos) à l'état active (débourrement) et cela correspond à ce qui a été confirmé par Khazouz et Boussetla (2016) et Benthaldjoun et Filali (2017).

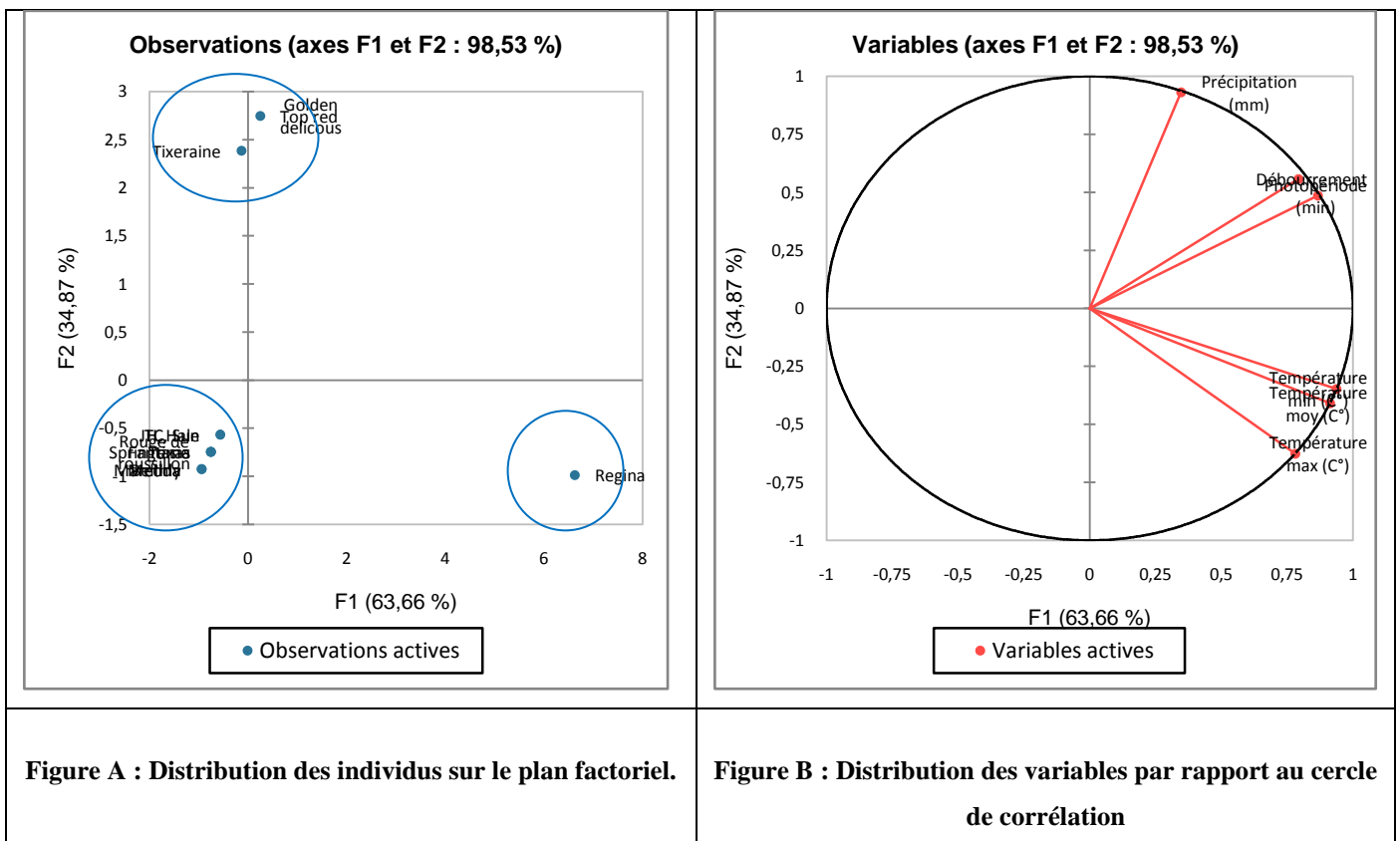


Figure 15: Etude statistique du type ACP pour la phase de débourrement.

A travers l'étude statistique de type ACP appliquée à la phase de débourrement et d'après le plan factoriel (voir figure 15), les variétés sont divisées selon le début de cette phase en deux groupes :

- Le groupe 1 représente les variétés débourrées en Février quand les conditions climatiques sont caractérisées par une photopériode moyenne de 645 min, une température moyenne de 10.5°C et des précipitations moyennes de 17.27mm. Ces variétés sont : Springtime, JH. Hale, Fantasia, Texas, Marcona, Methley, TC. Sun, Rouge de Roussillon, Bulida.

- Le groupe 2 représente les variétés débourees en Mars (début printemps) quand les conditions climatiques sont caractérisées par une photopériode moyenne de 709min et 30s, une température moyenne de 10°C en Mars, et des précipitations moyennes de 36.84mm. Ce groupe est composé des variétés suivantes: Golden delicious, Top red, Tixeraine.

Il faut remarquer, quand même, que la variété Regina (Var2 de Cerisier) représente l'exception. En effet, cette variété est débouree en Avril (au milieu de printemps) quand les conditions climatiques sont caractérisées par une photopériode moyenne de 778min et 30s, une température moyenne de 13.8°C et des précipitations moyennes de 27.71mm.

On note que les conditions climatiques représentées par la température et les précipitations affectent cette phase phénologique qui indique le débourrement, par une tardiveté au niveau de quelques variétés (Golden delicious, Top red, Regina) à cause de température et des précipitations relativement basses par rapport aux travaux précédentes de Khazouz et Boussetla (2016) et Benthaldjoun et Filali (2017). Cet effet est considéré comme un mécanisme d'adaptation chez les espèces à feuilles caduques, pour échapper aux stress physiologiques et aux conditions climatiques défavorables. Ce mécanisme permet aux bourgeons de ces espèces de survivre et résister aux changements des conditions climatiques, c'est ce qu'il est montré par Westwood (1978).

- b) La phase de floraison des variétés étudiées se déroule au printemps quand les conditions climatiques sont caractérisées par une photopériode en allongement de 709min 30s et une température moyenne de 10°C. Ces conditions ont favorisé le passage des espèces étudiées de l'état végétatif à l'état reproducteur (floraison) et cela correspond à ce qui a été confirmé par Morot-Gaudry *et al* (1992) par l'induction, l'évocation et l'initiation florale, et par la suite de floraison, Laberche (2004) et Boulacel (2015).

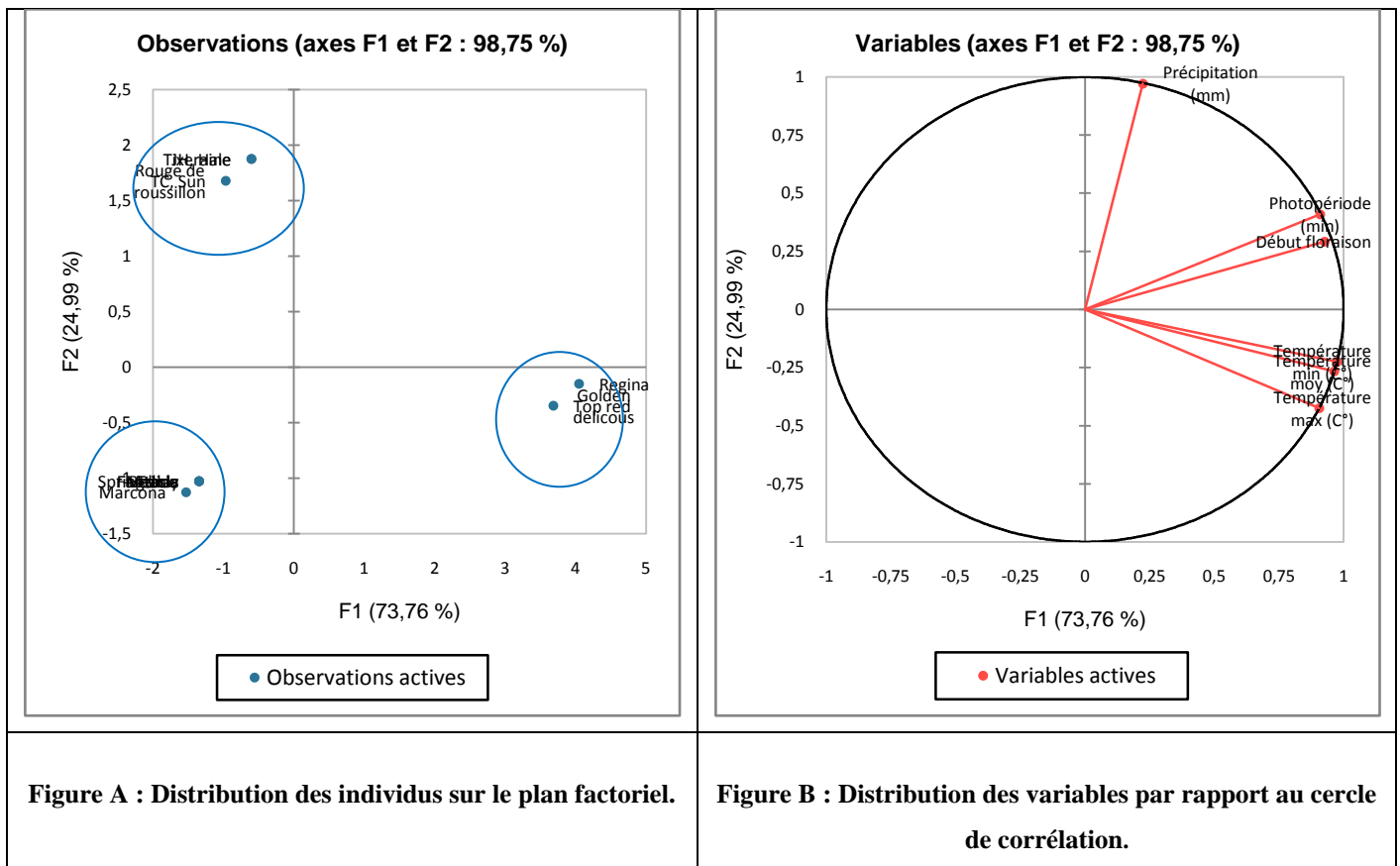


Figure 16: Etude statistique du type ACP pour le début de la phase de floraison.

A travers l'étude statistique de type ACP appliquée à la phase de floraison et d'après le plan factoriel (voir figure 16), les variétés de jours longs dont la floraison se réalise au printemps peuvent être rangées dans trois groupes :

- Le groupe 1 représente les variétés qui fleurissent à partir de la fin Février quand la température moyenne est de 10.5°C, une photopériode en allongement de 645min et des précipitations de 17.27mm, il s'agit des variétés sensibles à l'élongation du jour: Springtime, Fantasia, Texas, Marcona, Methley, Bulida.
- Le groupe 2 est composé par des variétés qui fleurissent au mois de Mars (début printemps) quand la température moyenne est de 10C°, une photopériode en allongement de 709min30s et des précipitations moyennes de 36.84mm. Ce groupe est composé des variétés suivantes: Tixeraine, JH. Hale, TC. Sun, Rouge de Roussillon.
- Le groupe 3 est constitué des variétés qui fleurissent au mois d'Avril (au milieu de printemps) quand la température est relativement plus de 13.8C°, une photopériode en allongement 778 min30s et des précipitations moyennes de 27.71mm, Ce groupe est composé des variétés : Golden delicious, Top red, Regina.

On note qu'il y a une forte corrélation entre le début de floraison et l'élongation de la photopériode, cette dernière affecte cette phase phénologique qui indique la floraison par une précocité au niveau de la majorité des variétés (Springtime, Fantasia, Texas, Marcona, Methley, Bulida,...) et cela est traduit par la sensibilité de ces variétés à l'élongation de jour (photopériode allongée), et cela correspond à ce qui a été confirmé par Boulacel (2015). Concernant les variétés restantes, le manque de froid hivernal qui est rencontré dans les climats à hiver doux (climat de la région d'étude) a généré une tardivité au niveau de floraison, et cela correspond à ce qui a été confirmé par Lazaar (1987).

c) La phase de nouaison est définie comme étant le mécanisme qui prend la relève de la floraison, elle peut être le résultat de la fécondation des fleurs. La nouaison est contrôlée par plusieurs paramètres, dont le paramètre le plus important est le climat.

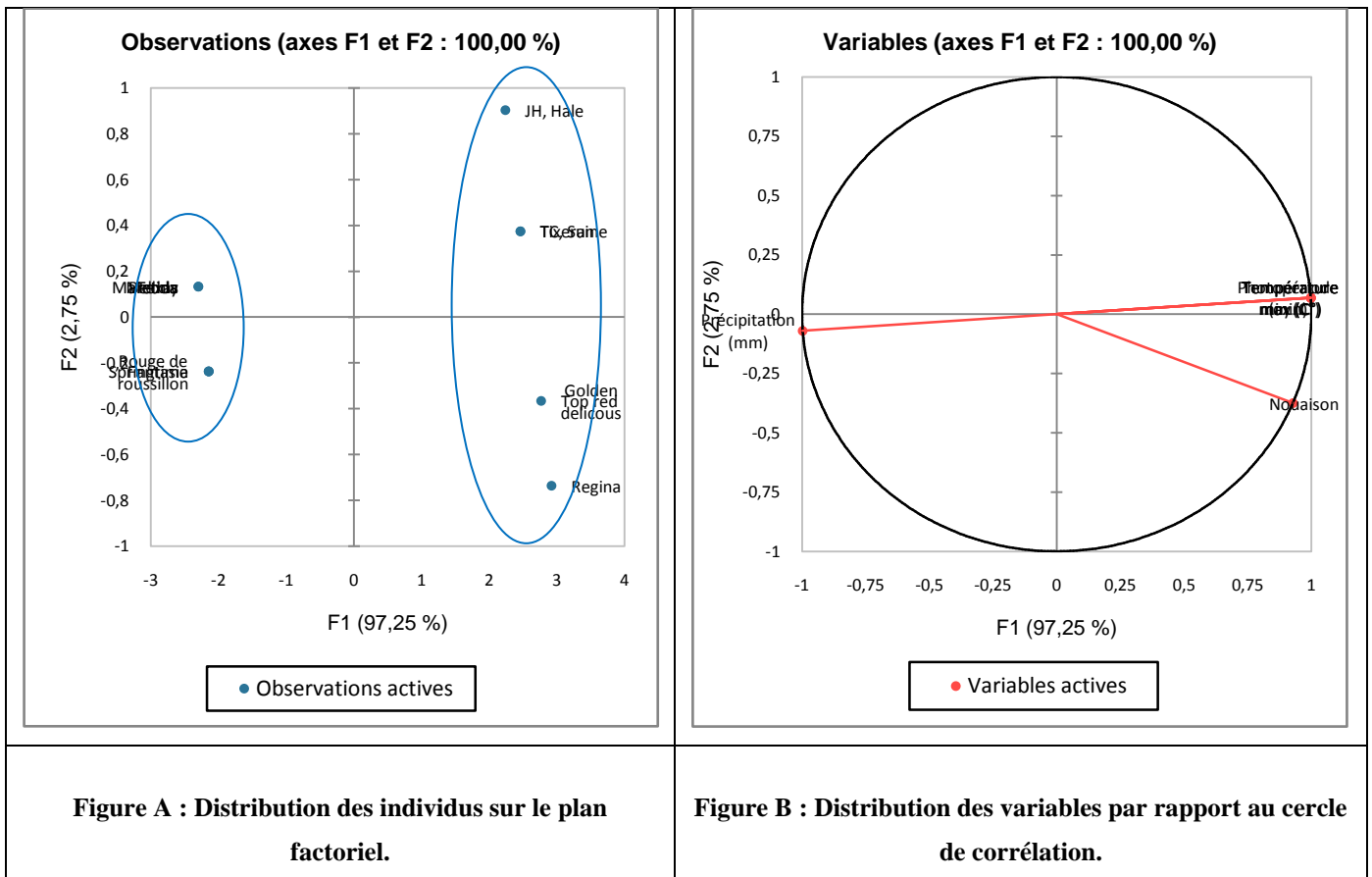


Figure 17: Etude statistique de type ACP pour la phase de nouaison.

A travers l'étude statistique de type ACP appliquée à la phase de nouaison et d'après le plan factoriel (voir figure 17), les variétés sont divisées selon le début de cette étape en 2 groupes:

- Le groupe 1 est composé des variétés qui nouent au mois de Mars (début printemps) quand la température moyenne est de 10C°, une photopériode en allongement de 709min30s et des précipitations moyennes de 36.84mm. Ce groupe est composé des variétés suivantes: Springtime, Fantasia, Texas, Marcona, Methley, Rouge de Roussillon, Bulida.
- Le groupe 2 est constitué des variétés qui nouent au mois d'Avril (au milieu de printemps) quand la température moyenne est de 13.8C°, une photopériode en allongement de 778 min30s et des précipitations moyennes de 27.71mm. Ce groupe est composé des variétés : Golden delicious, Top red, Tixeraine, Regina, JH. Hale, TC. Sun.

On note que le facteur climatique représenté par la température affecte cette phase phénologique qui indique la nouaison par une tardivité au niveau de la majorité des variétés et cela est traduit par le refroidissement de l'air au cours du printemps, par rapport aux travaux déjà réalisés par Khazouz et Boussetla (2016) et Benthaldjoun et Filali (2017), ce qui entraîne chez les arbres fruitiers un arrêt de sève qui empêche une nouaison normale, et cela correspond à ce qui a été confirmé par Got (1950) et Benttayeb (1993).

d) La phase de fructification (remplissage et maturité des fruits) est la phase suit la nouaison.

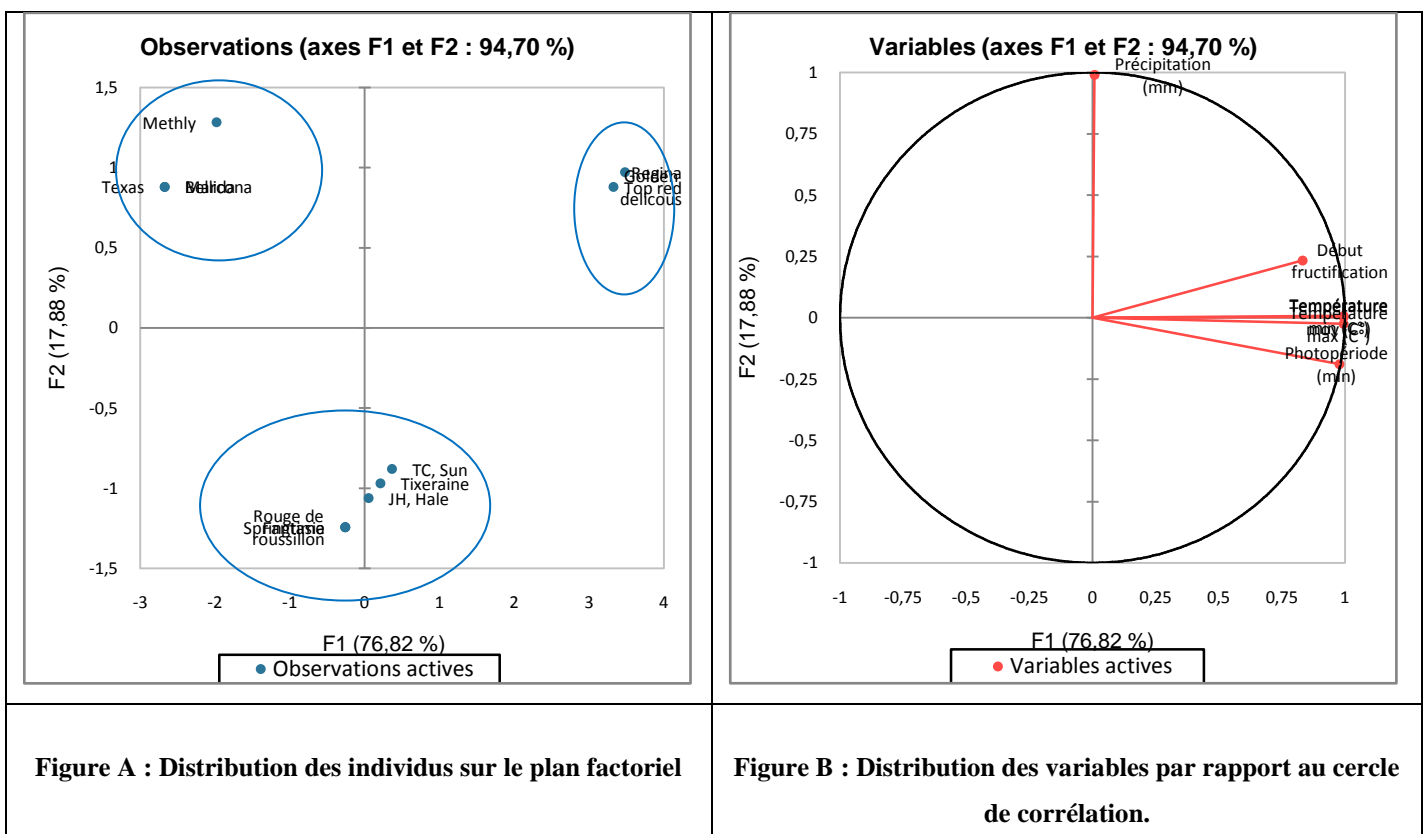


Figure 18: Etude statistique de type ACP pour la phase de Fructification.

A travers l'étude statistique de type ACP appliquée à la phase de fructification et d'après le plan factoriel (voir figure 18), les variétés se répartissent selon le démarrage de cette phase phénologique en 3 groupes:

- Le groupe 1 est composé des variétés qui fructifient au mois de Mars quand la température moyenne est de 10C°, une photopériode en allongement de 709min30s et des précipitations moyennes de 36.84mm. Texas, Marcona, Methley, Bulida.
- Le groupe 2 est composé des variétés qui fructifient au mois d'Avril quand la température moyenne est de 13.8C°, une photopériode en allongement de 778 min30s et des précipitations moyennes de 27.71mm. Ce groupe est composé des variétés : Tixeraine, Springtime, JH. Hale, Fantasia, TC. Sun, Rouge de Roussillon.
- Le groupe 3 est composé des variétés qui fructifient au mois de Mai: quand la température moyenne est de 19.3C°, une photopériode en allongement de 834min30s et des précipitations moyennes de 36.81mm. Ce groupe est composé des variétés : Golden delicious, Top red, Regina.

On note que le facteur climatique représenté par la température affecte cette phase phénologique qui indique la fructification par une tardivité au niveau de la majorité des variétés et cela est traduit par la basse température qui exerce un effet important sur l'avancement de la maturité et la croissance du fruit. Il semblerait que des températures plus basses, au cours des phases de multiplication cellulaire, inhibent le processus de maturité des fruits ce qui confirme les résultats de Adra (2013) et Ben Mimoun et Dejong (1998) où la diminution des températures pendant la période qui suit la pleine floraison entraîne un allongement de la durée de croissance du fruit et donc un retard de la date de récolte. Aussi, la grande variation des températures nocturnes et diurnes (fin Avril) a conduit une pénurie importante de production.

A travers les résultats obtenus, on peut conclure qu'il y a une forte corrélation qui apparaît entre toutes les phases phénologiques et les facteurs climatiques, à savoir la photopériode, les précipitations et la température et cela correspond à ce qui a été confirmé par Heller(1978), Côme(1992), Bentayeb (1993), Meyer *et al.* (2008), Boulacel (2015), Khazouz et Boussetla (2016), et Benthaldjoun et Filali (2017).

Conclusion

Cette étude a été réalisée en se basant sur un calendrier phénologique pour 13 variétés des 7 espèces végétales d'arbres fruitiers appartenant à la famille des Rosacées situées dans la ferme pilote Oued Athemania –Mila-, On a étudié l'effet des facteurs climatiques à savoir la température, la photopériode et les précipitation sur les différentes phases phénologiques (débourrement, floraison, nouaison et la fructification) de ces variétés.

Les espèces étudiées sont Pommier (*Malus domestica*) avec ses deux variétés Golden delicious et Top red, Cerisier (*Prunus cerasus*L.) avec ses deux variétés Tixeraine et Regina, Amandier (*Prunus dulcis*L.) avec ses deux variétés Marcona et Texas, Abricotier (*Prunus armeniaca*L.) avec ses deux variétés Bullida et Rouge de Roussillon, Pêcher (*Prunus persica*L.) avec ses deux variétés Springtime et JH Hale, Nectarine (*Prunus persica*L.) avec une seule variété Fantasia et l'espèce Prunier (*Prunus domestica*L.) avec ses deux variétés Methley et TC Sun.

Les variétés sont divisées dans la phase de débourrement en deux groupes :

- Le groupe 1 représente les variétés débourrées en Février: Springtime, JH. Hale, Fantasia, Texas, Marcona, Methley, TC. Sun, Rouge de Roussillon, Bulida.
- Le groupe 2 représente les variétés débourrées en Mars (début printemps): Golden delicious, Top red, Tixeraine.
- Il faut remarquer, quand même, que la variété Regina (Var2 de Cerisier) représente l'exception. En effet, cette variété est débourrée en Avril (au milieu de printemps).

Les variétés sont divisées selon le début de la phase de floraison en trois groupes :

- Le groupe 1 représente les variétés qui fleurissent à partir de la fin Février: Springtime, Fantasia, Texas, Marcona, Methley, Bulida.
- Le groupe 2 est composé par des variétés qui fleurissent au mois de Mars (début printemps): Tixeraine, JH. Hale, TC. Sun, Rouge de Roussillon.
- Le groupe 3 est constitué des variétés qui fleurissent au mois d'Avril (au milieu de printemps): Golden delicious, Top red, Regina.

Les variétés sont divisées selon le début de la nouaison en deux groupes:

- Le groupe 1 est composé des variétés qui nouent au mois de Mars (début printemps): Springtime, Fantasia, Texas, Marcona, Methley, Rouge de Roussillon, Bulida.

- Le groupe 2 est constitué des variétés qui nouent au mois d'Avril (au milieu de printemps): Golden delicious, Top red, Tixeraine, Regina, JH. Hale, TC. Sun.

Les variétés sont divisées selon le début de la phase de fructification en trois groupes :

- Le groupe 1 est composé des variétés qui fructifient au mois de Mars: Texas, Marcona, Methley, Bulida.
- Le groupe 2 est composé des variétés qui fructifient au mois d'Avril: Tixeraine, Springtime, JH. Hale, Fantasia, TC. Sun, Rouge de Roussillon.
- Le groupe 3 est composé des variétés qui fructifient au mois de Mai: Golden delicious, Top red, Regina.

D'après les résultats obtenus nous avons constaté que la baisse de température moyenne et le taux de précipitation ont affecté défavorablement la phase de débourrement par une tardivité, la température et la photopériode affectent la phase de floraison par une précocité au niveau de quelques variétés et cela est traduit par la sensibilité de ces variétés à l'élongation de jour (photopériode allongée). Concernant les variétés restantes, le manque de froid hivernal qui est rencontré dans les climats à hiver doux (climat de la région d'étude) a généré une tardivité au niveau de floraison. Le refroidissement de l'air au cours du printemps entraîne chez les arbres fruitiers un arrêt de sève qui empêche une nouaison normale. Au début de fructification, la grande variation des températures nocturnes et diurnes a conduit une pénurie importante de production.

D'après cette étude on peut conclure qu'il existe une corrélation très forte entre les différents facteurs climatiques (photopériode, température et les précipitations), et toutes les phases phénologiques des arbres fruitiers.

Résumé

Les facteurs climatiques ont des implications biologiques et agricoles où l'on peut observer des difficultés d'adaptation à l'environnement de certaines variétés, en particulier, on peut craindre de nouvelles irrégularités de production et des perturbations dans les spécialités régionales. La problématique qui se pose est que la phénologie des arbres fruitiers peut être affectée par les facteurs climatiques d'une façon défavorable, ce qui conduit à une faible productivité.

Ce travail a pour but d'étudier et de mettre en évidence l'effet du climat sur le comportement de certains variétés de Rosacée à pépins et à noyaux au niveau de différents phases phénologiques réparties dans la ferme pilote Oued-Athemia. Cette étude a été réalisée en se basant sur un calendrier phénologique pour 13 variétés des 7 espèces végétales d'arbres fruitiers appartenant à la famille des Rosaceae situées dans la région d'étude. Afin de suivre le cycle phénologique de ces arbres, nous avons étudié leur comportement au niveau de la phase de débourrement, floraison, nouaison et fructification, tout en notant les facteurs climatiques qui les contrôlent à savoir la température, les précipitations et la photopériode.

D'après cette étude on peut conclure qu'il existe une corrélation très forte entre les différents facteurs climatiques et toutes les phases phénologiques des arbres fruitiers et cela correspond à ce qui a été confirmé par des études précédentes.

Mots clés : Phases phénologiques, Calendrier phénologique, Facteurs Climatiques, Arbres Fruitiers, Rosaceae.

Abstract

Climatic factors have biological and agricultural implications where we can observe difficulties in adapting to the environment of certain varieties; in particular, we can fear new production irregularities and disturbances in regional specialties. The problem that arises is that the phenology of fruit trees can be impacted by climatic factors in an unfavourable way, which leads to low productivity.

This work aims to study and highlight the effect of climate on the behaviour of certain varieties of pome and stone Rosaceae at the level of different phenological phases distributed in the Oued-Athemia pilot farm. This study was carried out based on a phenological calendar for 13 varieties of the 7 plant species of fruit trees belonging to the Rosaceae family located in the study area. In order to follow the phenological cycle of these trees, we studied their behaviour at the level of the bud break, flowering, fruit set, fruiting phase and the beginning of maturation, while noting the climatic factors that control them, namely temperature, precipitation, and photoperiod.

In this study we conclude that there is a very strong correlation between the different climatic factors and all the phenological phases of fruit trees and this corresponds to what has been confirmed by previous studies.

Keywords: Phenological phases, Phenological calendar, Climatic factors, Fruit trees, Rosaceae.

ملخص

العوامل المناخية لها آثار بيولوجية وزراعية حيث يمكننا ملاحظة الصعوبات في التكيف مع بيئة بعض الأصناف، على وجه الخصوص ، يمكننا أن نخشى حدوث مخالفات جديدة في الإنتاج واضطرابات في التخصصات الإقليمية. المشكلة التي تنشأ هي أن فينولوجيا أشجار الفاكهة يمكن أن تتأثر بالعوامل المناخية بطريقة غير مواتية ، مما يؤدي إلى انخفاض الإنتاجية.

يهدف هذا العمل إلى دراسة وإبراز تأثير المناخ على سلوك أصناف معينة ذات النواة الحجرية و ذات النوى على مستوى المراحل الفينولوجية المختلفة الموزعة في مزرعة واد العثمانية النموذجية. أجريت هذه الدراسة بالاعتماد على التقويم الفينولوجي لـ 13 صنف من أصل 7 أنواع نباتية من أشجار الفاكهة تنتمي إلى العائلة الوردية الواقعة في منطقة الدراسة.

من أجل متابعة الدورة الفينولوجية لهذه الأشجار قمنا بدراسة سلوكها على مستوى مرحلة الاكمام ، الإزهار ، العقد والإثمار ، مع ملاحظة العوامل المناخية التي تتحكم فيها وهي درجة الحرارة والتساقط والفترة الضوئية.

يمكن الاستنتاج من هذه الدراسة أن هناك علاقة ارتباط قوية للغاية بين العوامل المناخية المختلفة وجميع الأطوار الفينولوجية لأشجار الفاكهة وهذا يتوافق مع ما أكدته الدراسات السابقة.

الكلمات المفتاحية: المراحل الفينولوجية، التقويم الفينولوجي، العوامل المناخية، أشجار الفاكهة، الوردية.

Références

- ❖ Adams, S.R., Cockshull, K.E., Cave, C.R.J., 2001. Effect of temperature on the growth and development of tomato fruits. *Ann. Bot.* 88, 869–877.
- ❖ Adra. F. Etude des effets de l'augmentation de la température sur la croissance du pêcher et la qualité des fruits. Master Université de Lorraine, Fonctionnement et Gestion des Ecosystèmes. 2013. P 28.
- ❖ Aicha, M., & Samiya, K. (2017). Suivis phénologique d'une espèce fruitière, le pommier (Golden Delicious) dans la wilaya d'Ain Defla.
- ❖ Ammar, A. (2014). *Etude des Effets de fortes températures sur la production du pêcher et la qualité des fruits* (Doctoral dissertation, Institut National d'Etudes Supérieures Agronomiques de Montpellier (Montpellier SupAgro), FRA.; France. AGROCAMPUS OUEST, FRA.).
- ❖ Anonyme (2015). Comment identifier ses arbres fruitiers grâce à la floraison ? <https://www.mesarbustes.fr/blog/floraison-arbres-fruitiers.html>, Accédé le 06.05.2021.
- ❖ Anonyme (2018). Les arbres fruitiers (Rosaceae), <http://ephytia.inra.fr/fr/C/11121/Hypp-encyclopedie-en-protection-des-plantes-Fruits-a-pepins-et-a-noyaux-rosacees>. Accédé le 06.05.2021
- ❖ Anonyme, (2021). Qu'est-ce que la phénologie ?, https://www.phaenonet.ch/fr/Quest-ce_que_la_phenologie/. Accédé le 21-06-2021
- ❖ Arboriculture, H. (2009). Un nouvel habit pour la Revue suisse de Viticulture, Arboriculture, Horticulture. *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic. Vol, 41(6)*, 325.
- ❖ Barka, K. (2015). *Etude phénologique, morphologique et pomologique des Sept variétés d'abricotier (Prunus armeniaca L.) existantes dans la région de Boukhmissa (M'Sila)* (Doctoral dissertation, Université Mohamed BOUDIAF de M'Sila)
- ❖ Ben Mimoun, M. et DeJong, T.M., 1999. Using the relationship between growing degree hours and harvest date to estimate run-times for PEACH: a tree growth and yield simulation model. *Acta Hort.* 499, 107-114.
- ❖ Benthayeb (1993):biologie et écologie des arbres fruitière .O.P.U.collec.le cours d'agro, Alger, 140 p.
- ❖ Benthaldjoun M et Filali I (2017), mémoire de fin d'études pour l'obtention d'un master, spécialisé dans les bases biologiques de la production végétale, La phénologie des arbres fruitiers - le cycle évolutif - dans la région d'Ain Smara – Constantine.
- ❖ Berthet J., 2006. Dictionnaire de biologie. De Boeck et Larcier s. a. 1ère édition.

Edition De Boeck Université. P : 15-16.

- ❖ Boivin, T., & Sauphanor, B. (2007). Phénologie et optimisation de la protection contre le carpocapse des pommes. *Innovations Agronomiques*, P : 23-31.
- ❖ Boudy P., 1952- Guide du forestier en Afrique du Nord. Ed. La maison rustique, Paris. 505 p.
- ❖ Boulay, H. (1961). Arboriculture et production fruitière, coll. " Que sais-je ? ", Ed. P.U.F, Paris, pp 21-76.
- ❖ Boulacel., M (2015). VARIATIONS CLIMATIQUES ET PHÉNOLOGIE DES POACÉES DANS LA RÉGION DE CONSTANTINE (ALGÉRIE).
- ❖ Cleland EE, Chuine I, Menzel A, Mooney HA etSchawart MD. 2007:«Shifting plant phenology in response to global change». *Trends in Ecology and Evolution* 22: 357-365.
- ❖ Côme D., 1992 - Les végétaux et le froid. Hermann éditeurs des sciences et des arts, Paris. 599p.
- ❖ Couranjou, J. (1983). Facteurs variétaux de l'alternance des arbres fruitiers. Résultats de quinze années de recherches chez le prunier domestique. *Fruits*, 38(10), 705-728.
- ❖ C.T.I.F.L. 2011 : Centre Technique Interprofessionnel des fruits et légumes, pommier –poirier .par VINCENT MATHIEAU, CHRISTIAN LA VOISIER.
- ❖ Dajoz R., 1996- Précis d'écologie. Ed. Dunod, Paris, 551 p.
- ❖ Dajoz R., 2006. Précis d'écologie. Edition : Dunod, 631p.
- ❖ Day, K., Lopez, G., DeJong, T.M., 2008. Using growing degree hours accumulated thirty days after bloom to predict peach and nectarine harvest date. *Acta Hort.* 803, 163-167.
- ❖ Defila, C., & Clot, B. (2000). Tendances révélées par l'étude phénologique des arbres en Suisse. Rebetez M. et Combe J. (Éds.), *Quelle sylviculture pour les climats à venir*, 15-19.
- ❖ Differt, J. (2001). Phénologie des espèces arborées-Synthèse bibliographique et Analyse des données du Réseau national de Suivi à long terme des Écosystèmes forestiers (RENECOFOR). Rapport scientifique. Nancy: UMR ENGREF-INRA-LERFOB.
- ❖ Durand, M., Thévenot, C., Côme, D. (1975) Role des cotylédons dans la germination et la levée de dormance de l'axe a embryonnaire du Pommier, après traitement par l'acide abscissique. *Physiol. Vég.*13, 603–610.

- ❖ Durand, R., 1967. Action de la température et du rayonnement sur la croissance. *Ann. Physiol. Veg.*, 9: 5-27.
- ❖ Emberger L., 1952- Sur le Quotient pluviothermique. *C.R.Ac. Sc.*, 234: 2508-2510.
- ❖ Erez, A., Yablowitz, Z., Korcinski, R., 1998. Greenhouse peach growing. *Acta Hort.* 465, 593-600.
- ❖ Erez, A., Yablowitz, Z., Korcinski, R., Zilberstaine M., 2000. Greenhouse-growing of stone fruits: Effect of temperature on competing sinks. *Acta Hort.* 513, 417-426.
- ❖ Gautier M., 1978, L'arboriculture fruitière, Paris, Hachette, 253 pages.
- ❖ Gautier M., 1980. L'abricotier et sa culture, (1ère partie). Ed : L'arboriculture fruitière. N°313. Paris. 29-46pp.
- ❖ Gautier M., 1988 : La culture fruitière. Volume 2, les productions fruitières. Ed.J.B. Baillièrè, Paris, 452 P.
- ❖ Garg, N., Cheema, D.S., 2011. Assessment of fruit quality attributes of tomato hybrids involving ripening mutants under high temperature conditions. *Scientia Hort.* 131, 29–38.
- ❖ Got, N (1958). L'abricotier. Ed : La maison rustique. Paris. 140 p.
- ❖ Hansen J, Sato M, Ruedy R, Lo K, Lea DW et Medina-Elizade M.2006: «Global temperature change». *Proceedings of the National Academy of Sciences* 103: 14288-14293 HARRACH.133P
- ❖ Hedhly, A., Hormaza, J.I., Herrero, M., 2009. Global warming and sexual plant reproduction. *Trends Plant Sci.* 14, 30–36.
- ❖ Heller R., 1978 - Abrégé de physiologie végétale : 1. nutrition. . Ed. *Masson*. P 25-123.
- ❖ Khazouz.N et Boussetla,w 2015, mémoire de fin d'études pour l'obtention d'un master, spécialisé dans les bases biologiques de la production végétale, suivant le cycle évolutif de certains arbres fruitiers de la hauteur d'Ain Al-Bey – Constantine.
- ❖ Laberche J-K, 2004. *Biologie végétale*, 2e édition, Dunod, Paris, PP 14-31.PP 89-97.
- ❖ Lacoste A., Salanon R., 2001- Éléments de biogéographie et d'écologie. 2ème édition, Ed. Nathan / HER, Paris, 318 p.
- ❖ Laffont, C. (2015). Contrôler le climat pour la conservation des collections sur support papier, pp1-3.
- ❖ 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.

- ❖ Ledesma, N.A., Nakata, M., Sugiyama, N., 2008. Effect of high temperature stress on the reproductive growth of strawberry cvs. “Nyoho” and “Toyonoka”. *Scientia Hort.* 116, 186–193
- ❖ Legave, J. M., García, G., & Marco, F. (1984). Interference of temperature conditions and the varietal requirements in cold and heat, on the determination of the end of dormancy, then the blooming, of diverse varieties of apricot trees in a French cultivation area [south of France]. *Fruits (France)*.
- ❖ Legave, J.M., 2007. Les impacts du réchauffement global sur la phénologie des arbres fruitiers et de la vigne : quelles conséquences agronomiques ? Journées Techniques Fruits & Légumes Biologiques, Caen, pp. 1–8.
- ❖ Lichou J, Jay M. 2012- Monographie Abricot. Paris, CTIFL, 568p.
- ❖ Lopez, G., DeJong, T.M., 2007. Spring temperatures have a major effect on early stages of peach fruit growth. *J. Hortic. Sci. Biotechnol.* 82, 507–512.
- ❖ Meyer S.· Reed C. et Bosdeveix R. 2008 – BOTANIQUE· Biologie et physiologie végétales. 2ème édition· MALOINE, Paris. 490p.
- ❖ Monet, R., & Bastard, Y. (1970). Lês mécanismes de floraison chez le pêcher. *Bulletin Technique d'Information-Ministère de l'Agriculture*, (248), 173-176.
- ❖ Morot-Gaudry J.F., Prat R., Bohn-Courseau I., Jullien M., Parcy F., Perrot-Rechenmann C., Reisdorf-Cren M., Richard L. et Savouré A., 2012 - Biologie végétale croissance et développement. 2ème édition. Dunod, Paris
- ❖ Niezderholzer, F., 2014. Managing heat stress at bloom in prunes. *Grow. Prod.* URL: <http://www.growingproduce.com/fruits-nuts/stone-fruit/managing-heat-stress-at-bloom-in-prunes/> Accédé le 25.05.2021
- ❖ Olivier.T. (2009). *Rosacées*. <http://www.ecosociosystemes.fr/rosacees.html>. Accédé le 06.05.2021.
- ❖ Pauline, M et Olivia, C. (2021). TPE: La communication des plantes entre elles. Par quels moyens les plantes se transmettent-elles des informations essentielles a leur développement ou leurs défenses? <http://tpe-la-communication-des-plantes-coupe-michel.e-monsite.com/pages/a-la-maturation.html>. Accédé le 06.05.2021.
- ❖ Porter, J.R., Semenov, M.A., 2005. Crop responses to climatic variation. *Philos. Trans. R. Soc. B Biol. Sci.* 360, 2021–2035.

- ❖ Ramade F., 1984- Éléments d'écologie : écologie fondamentale. Ed. *Mc. Graw & Hill*, Paris, 576 p.
- ❖ Ramade F., 2003- Éléments d'écologie- Ecologie fondamentale. Ed. Dunodl, Paris, 690p
- ❖ Rasamimanana, N., Ratsirarson, J., & Richard, A. F. (2012). Influence de la variabilité climatique sur la phénologie de la forêt de la Réserve Spéciale de Bezà Mahafaly. *Malagasy Nature*, 6, 67-82.
- ❖ Rochette P, Bélanger G, Castonguay Y, Bootsma A et Mongrain D. 2004:«Climate change and winter damage to fruit trees in eastern Canada». *Canadian Journal of Plant Science* 84: 1113-1125
- ❖ Seghour, N., & Bouhala, K. (2007). *La floraison chez les arbres fruitiers: de l'induction florale à la floraison* (Doctoral dissertation, Université Mohamed BOUDIAF de M'Sila).
- ❖ Soukhal, B. (2011). *La wilaya de Mila: Villes, Villages et problématique de l'alimentation en eau potable* (Doctoral dissertation, Thèse de doctorat es sciences en aménagement de territoire, Université de Jijel. Algerie).
- ❖ Tubiello, F.N., Soussana, J.-F., Howden, S.M., 2007. Crop and pasture response to climate change. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 104, 19686–19690.
- ❖ Vidaud J, 1989 - Abricotier : Conduite des arbres. Ed. CTIFL. Paris. 7-85pp.
- ❖ Westwood N. M. 1978. Temperate zone pomology. W.H. Freeman and Company. San Francisco 428 p.

Annexes



Phase de dormance



Débourrement



Début floraison



Pleine floraison



Nouaison



Fructification.

Figure 19: Phases phénologiques chez le pommier (*Malus domestica*L.) Var1 Gloden délicious.



Phase de dormance



Débourrement



Début floraison



Fin floraison



Nouaison



Fructification

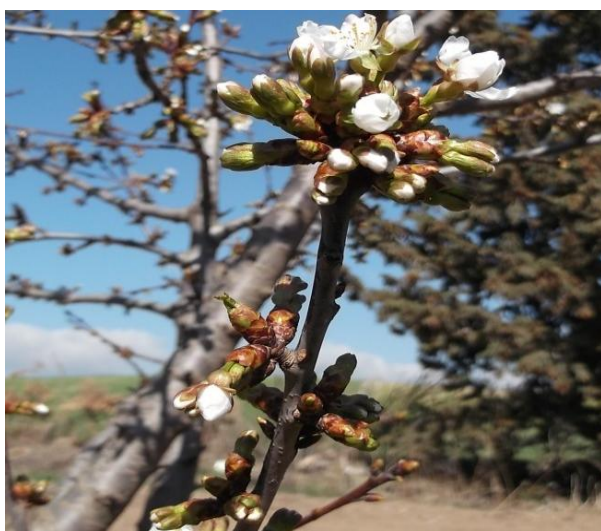
Figure 20: Phases phénologiques chez le pommier (*Malus domestica*L.) Var2 Top red.



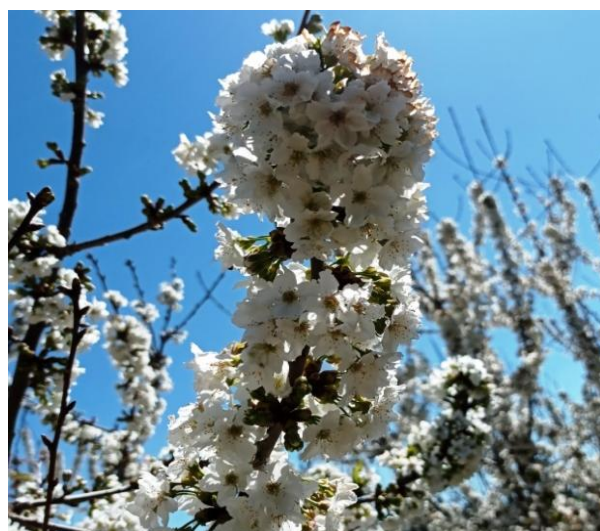
Phase de dormance



Débourrement



Début floraison



Pleine floraison



Fructification



Maturation

Figure 21: Phases phénologiques chez le Cerisier (*Prunus cerasus*L.)Var1 Tixeraine.



Phase de dormance



Débourrement



Début floraison



Pleine floraison



Nouaison



Début maturation

Figure 22: Phases phénologiques chez le Cerisier (*Prunus cerasus*L.)Var2 Regina.



Débourrement



Pleine floraison



Fin floraison



Nouaison



Fructification

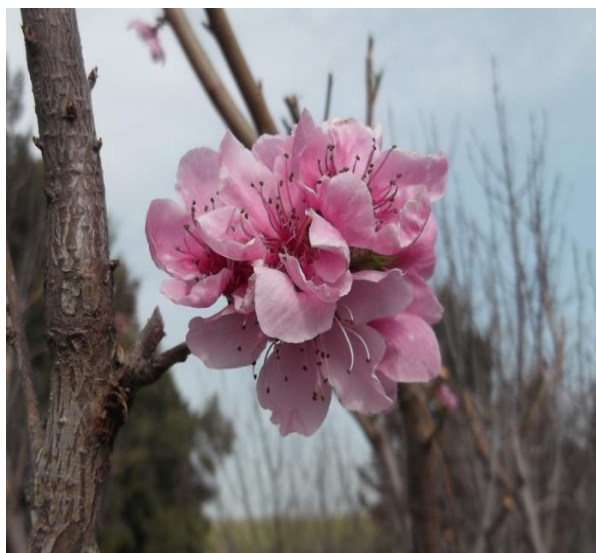


Début maturation

Figure 23: Phases phénologiques chez le pêcher (*Prunus persica*L.) Var1 Springtime.



Débourrement



Pleine floraison



Fin floraison



Nouaison



Fructification(A)



Fructification(B)

Figure 24: Phases phénologiques chez le pêcher (*Prunus persica*L.) Var2JH Hal.



Débourrement



Floraison



Fin floraison



Nouaison



Fructification(A)



Fructification(B)

Figure 25: Phases phénologiques chez la Nectarine (*Prunus persica*L.) Var Fantasia.



Débourrement



Début floraison



Pleine floraison



Fin floraison



Nouaison



Fructification(A)



Fructification(B)

Figure 26: Phases phénologiques chez l'Amandier (*Prunus dulcis*L.) Var1 Marcona.



Débourrement



Floraison



Nouaison



Fructification(A)



Fructification(B)

Figure 27: Phases phénologiques chez l'Amandier (*Prunus dulcis*L.) Var2 Texas.



Débourrement



Début floraison



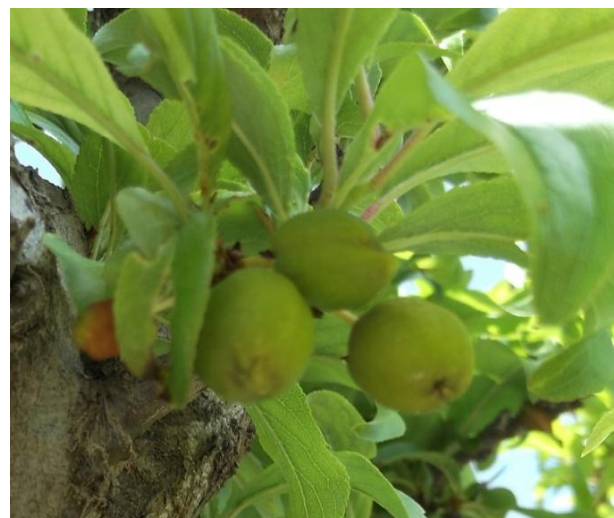
Pleine floraison



Fin floraison



Nouaison



Fructification(A)



Fructification (B)

Figure 28: Phases phénologiques chez le prunier (*Prunus domestica*L.) Var1 Methley.



Débourrement



Début floraison



Fin floraison



Nouaison



Fructification (A)



Fructification (B)

Figure 29: Phases phénologiques chez le Prunier (*Prunus domestica*L.) Var2 TC Sun.



Phase de dormance



Débournement



Début floraison



Pleine floraison



Fin floraison



Nouaison



Début fructification

Figure 30: Phases phénologiques chez l'Abricotier (*Prunus armeniaca*L.) Var1 Rouge de Roussillon.



Débourrement



Début floraison



Fin floraison



Nouaison



Fructification (A)



Fructification (B)

Figure 31: Phases phénologiques chez l'Abricotier (*Prunus armeniaca*L.) Var2 Bulida.

Nom : YAHI

Date de soutenance : 11/07/2021

Prénom : INES

Titre :

**Suivi phénologique de quelques variétés des Rosacées fruitières dans la ferme pilote Oued Athemania
-Mila-**

Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master

Résumé :

Les facteurs climatiques ont des implications biologiques et agricoles où l'on peut observer des difficultés d'adaptation à l'environnement de certaines variétés, en particulier, on peut craindre de nouvelles irrégularités de production et des perturbations dans les spécialités régionales. La problématique qui se pose est que la phénologie des arbres fruitiers peut être impactée par les facteurs climatiques d'une façon défavorable, ce qui conduit à une faible productivité.

Ce travail a pour but d'étudier et de mettre en évidence l'effet du climat sur le comportement de certains variétés de Rosacée à pépins et à noyaux au niveau de différentes phases phénologiques réparties dans la ferme pilote Oued-Athemania. Cette étude a été réalisée en se basant sur un calendrier phénologique pour 13 variétés des 7 espèces végétales d'arbres fruitiers appartenant à la famille des Rosacées situées dans la région d'étude. Afin de suivre le cycle phénologique de ces arbres, nous avons étudié leur comportement au niveau de la phase de débourrement, floraison, nouaison et la fructification, tout en notant les facteurs climatiques qui les contrôlent à savoir la température, la précipitation et la photopériode.

D'après cette étude on peut conclure qu'il existe une relation très forte entre les différents facteurs climatiques et toutes les phases phénologiques des arbres fruitiers et cela correspond à ce qui a été confirmé par des études précédentes.

Mots clés :

Phases phénologiques, Calendrier phénologique, Facteurs Climatiques, Arbres Fruitiers, Rosaceae.

Jury d'évaluation

Président de jury : BENLARIBI M.	Professeur	Université frères Mentouri Constantine1.
Encadrant : BOULACEL M.	MCA	Université frères Mentouri Constantine1.
Examinatrice : BOUCHOUKH I.	MCB	Université frères Mentouri Constantine1.

Année universitaire

2020/2021