

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة محمد بوضياف - المسيلة

Université Mohamed Boudiaf - M'Sila

FACULTE DE SCIENCES
DEPARTEMENT DES SCIENCES
AGRONOMIQUES

N° :04/DSA/VCDPGR/2025



DOMAINE : SCIENCES DE LA NATURE
ET DE LA VIE

FILIERE : SCIENCES AGRONOMIQUES

SPECIALITE : PRODUCTION VEGETALE

Mémoire présenté pour l'obtention
du diplôme de Master Académique

Par : MOUHOUN Abderaaouf Amine et NADIR Chourouq

Intitulé

Étude de l'effet des variations climatiques sur la phénologie
d'une variété de poirier *Bouzigia* (*Pyrus communis* L.), dans la
zone d'Ouled Zemira, daïra de Magra, wilaya de M'Sila.

Soutenus devant le jury composé de:

Président	Melle TIR Chafia	MCB	Université de Msila
Encadreur	M. HAMDANI Mourad	MCA	Université de Msila
Examineur	Melle ATTALLAOUI Leila	MCB	Université de Msila

Année universitaire : 2024 /2025



Remerciements

Avant tout, nous remercions Dieu de nous avoir donné le courage, la patience et la volonté pour parachever ce travail.

Nos sincères remerciements et reconnaissances vont à nos parents, pour leur amour inconditionnel, leur soutien moral et leurs prières constantes.

Nos vifs remerciements et nos profondes gratitude s'adressent à notre promoteur

M. HAMDANI Mourad, Maitre de conférences "A" au Département des sciences agronomiques de l'université de Msila, qui a bien voulu accepter de nous encadrer. Nous la remercions infiniment pour son aide, ses orientations, sa patience, sa disponibilité et ses précieux conseils lors de la réalisation de ce présent mémoire.

Nous adressons nos vifs remerciements à Melle TIR Chafia, maître de conférences "B", au Département des sciences agronomiques de l'université de Msila, pour avoir accepté de présider le jury. Ses remarques vont sans aucun doute enrichir et mettre en valeur notre travail.

Nos sincères remerciements à Melle ATTALAOUI Leila maître de conférences "B", au Département des sciences agronomiques de l'université de Msila, pour avoir accepté de faire partie du jury, et pour leurs contributions visant à améliorer le contenu de ce mémoire.

Nous remercions vivement Mr MOUHOUN Saleh, propriétaire de l'exploitation agricole, pour le consentement qu'il nous a accordé pour réaliser la partie expérimentale de ce mémoire dans le verger de poiriers.

Et enfin, nous remercions aussi toutes les personnes qui ont participé, de près ou de loin, à l'élaboration de ce travail.



Dédicaces

À mes chers parents, pour leur amour inconditionnel, leurs sacrifices et leur soutien sans faille tout au long de mon parcours.

À mon encadreur M. Hamdani Mourad, pour ses conseils précieux, sa bienveillance et son accompagnement inspirant.

À mon oncle Mouhoun Salah, qui m'a chaleureusement accueilli dans son exploitation agricole et m'a apporté l'aide nécessaire pour avancer et finaliser ce travail. Sa générosité et sa disponibilité m'ont été d'un grand réconfort.

À mes amis fidèles : Anis Boukhrouba, Kamel Yahiaoui, Mohamed Maïouf, Amar, Omar, Diaa Eddine Ouadah, Salah Megder, Debih Nasr Eddine, ainsi que tous les amis de la classe Master 2 Production végétale (Promotion 2024/2025), pour leur amitié sincère, leur soutien moral et tous les bons moments partagés.

Je tiens à remercier tout particulièrement Dib Diaa Eddine, dont l'amitié profonde, la présence constante et le soutien précieux ont été une source majeure de motivation et d'inspiration tout au long de ce travail.

À une présence discrète, mais dont l'influence et le soutien ont subtilement accompagné chaque étape de ce travail.

Je vous dédie ce travail avec toute ma gratitude, mon respect et mon affection.

Amine



Dédicaces

Je dédie ce travail avec tout mon amour, ma gratitude et mon respect :

À ma chère maman et à mon cher papa, pour leur amour infini, leurs prières sincères, leurs sacrifices silencieux et leur soutien inconditionnel.

À mes sœurs : Ahlam, fatima et mes frères : Islem, Fares, Brahim pour leur présence bienveillante, leurs encouragements et leur confiance en moi.

À mon estimé professeur M. Hamdani Mourad, pour son encadrement précieux, sa patience et ses conseils enrichissants tout au long de ce parcours.

À mes chères amies : Jihan, Chaima, Kamar pour leur écoute, leur soutien et les moments partagés qui ont rendu ce chemin plus doux.

À mon collègue de mémoire, pour la collaboration, l'entraide et l'esprit d'équipe tout au long de cette expérience.

À mes cousines, filles de mon oncle : Hiba, Meryem, Aya et de ma tante : Nour, Farah, Romaiassa, pour leur tendresse, leurs mots réconfortants et leur soutien affectueux.

Merci à chacun et chacune d'entre vous. Ce travail est le reflet de votre présence à mes côtés.

Chourouq

Sommaire

Liste des tableaux

Liste des figures

Introduction..... 01

Chapitre 1 – Généralités sur le poirier

1. Origine du poirier..... 03

2. Systématique et description botanique..... 03

 2.1. Systématique..... 03

 2.2. Description morphologique..... 04

3. Importance économique du poirier..... 04

 3.1. Dans le monde..... 04

 3.2. En Algérie..... 05

 3.3. Dans la wilaya de Msila..... 06

4. Stades phénologiques du poirier..... 07

 4.1. Les porte-greffes..... 08

5. Exigences agro-écologiques..... 08

 5.1. Vernalisation..... 08

 5.2. La température..... 09

 5.3. Le sol..... 09

5.4. Variétés cultivées en Algérie.....	09
6. Maladies et ravageurs du poirier.....	10

Chapitre 2- Présentation du milieu d'étude

1. Situation géographique de la zone d'étude.....	11
2. Le Relief.....	12
3. Climat.....	13
3.1. Origine des données climatiques.....	13
3.2. Etude climatique de la zone de Magra.....	13
3.2.1. Les précipitations.....	13
3.2.2. Le régime saisonnier.....	15
3.2.3. Les températures.....	16
3.2.4. Le vent.....	17
3.2.5. Humidité relative.....	18
3.3. Synthèse climatique.....	19
3.3.1. Diagramme ombrothermique.....	19
3.3.2. Climagramme d'Emberger.....	20

Chapitre 3- Méthodologie de travail

1. Le matériel végétal.....	23
1.1. Echantillonnage.....	23

1.2. Dispositif expérimental.....	23
1.3. Calculs de taux de débourrement	25
1.4. Calcul de taux la floraison de poirier	25
1 .5.Calcul de nombre d’heures de froid.....	25
1 .6.Calcul de degré de jour de croissance.....	26

Chapitre 4 : Résultats et discussion

1. Stades phénologiques.....	27
1.1. Le taux de débournement et de floraison.....	27
1.2. La durée en jours des stades phénologiques.....	29
2. Effet de la température sur la durée des stades phénologiques.....	34
Conclusion.....	36
Références bibliographiques.....	38

Résumés

Liste des figures

Figure 01 : Stades phénologiques repères du poirier	08
Figure 02 : Limites géographiques et administratives de la Daïra de Magra.....	11
Figure 03 : Carte du Relief de Msila.....	12
Figure 04 : Précipitations moyennes mensuelles (mm) enregistrées dans la station de M'Sila (période 2014-2024).....	14
Figure 05 : Régime saisonnier de la station de M'Sila (période 2014-2024).....	15
Figure 06: Les températures minimales et maximales de la région M'Sila (période 2014-2024).....	16
Figure 07 : Vitesse moyenne mensuelle du vent enregistré dans la région de M'Sila (Période 2014-2024).....	18
Figure 08 : Humidité moyenne mensuelle dans la région de M'Sila (Période 2014-2024).....	19
Figure 09: Diagramme ombrothermique de la région de M'Sila (Période 2014-2024).....	20
Figure 10 : Positionnement de la station météorologique de M'Sila dans le Climagramme d'Emberger	22
Figure n°11: Dispositif expérimentale.....	24
Figure n° 12: Verger de poirier.....	25
Figure n° 13; Histogramme comparatif du taux de floraison et de débourrement en fonction des orientations.....	29
Figure n°14: Histogramme comparatif du taux de floraison et de débourrement en fonction des classes de vigueur.....	29
Figure n°15 : Histogramme comparatif des phases de floraison de la variété <i>Bouziga</i> en fonction de nombre de jours.....	33
Figure n°16 : Évolution des heures de froid en fonction des températures chez la variété <i>Bouziga</i>	34
Figure n°17: Évolution des degrés en jours de croissance selon les stades phénologiques.....	35

Liste des tableaux

Tableau n° 01 : Situation de la production de poires dans le monde.....	05
Tableau n° 02: Évolution de la production du poirier (1995- 2022).....	06
Tableau n° 03 : Évolution de la superficie plantée, de la superficie en rapport et de la production de poirier au niveau local sur la période (2015–2024).....	06
Tableau n° 04 : Les précipitations moyennes mensuelles dans la région de M’Sila (période 2014-2024)....	14
Tableau n° 05 : Le régime saisonnier de la station de M’Sila (période 2014-2024).....	15
Tableau n° 06 : Moyennes mensuelles et extrêmes des températures enregistrées dans la région de M’Sila (période 2014-2024).....	16
Tableau n° 07 : l’évolution de la vitesse moyenne mensuelle du vent dans la région de M’Sila durant la période 2014-2024.....	17
Tableau n° 08 : l’évolution de la vitesse moyenne mensuelle du vent dans la région de M’Sila durant la période 2014-2024.....	18
Tableau 09 : Valeurs du quotient pluviométrique d’Emberger de la station de M’Sila (Période 2014-2024).....	21
Tableau n°10 : Taux de débourrement du verger du poirier (<i>Bouzigia</i>) pour la campagne (2024 /2025).....	27
Tableau n°11: Taux de la floraison du verger du poirier (<i>Bouzigia</i>) pour la campagne (2024 /2025).....	28
Tableau n°12 : Évolution des phases de floraison de la variété <i>Bouzigia</i> en fonction de nombre des jours.....	30
Tableau 13 : les températures maximales, minimales et l’unité du froid pour le poirier durant la période d’étude.....	33
Tableau n°14: Évolution des valeurs de degrés en jours de croissance selon les stades de floraison de la variété <i>Bouzigia</i>	34

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 ; Vu leur intensification en zones arides et montagneuses, réalisée suite à la stratégie tracée par le ministère de l'agriculture algérienne (Houmani, 1999).

La production mondiale de poire qui a stagné jusqu'au début des années 90, a connu par la suite une progression annuelle régulière pour atteindre 25,6 millions de tonnes en 2024 (FAO, 2025).

En Algérie, les superficies consacrés pour le poirier sont de 27000 ha pour une production de 40.000 Tonne, où les rendements sont très loin des moyennes mondiales et aussi des objectifs visés par le plan national de développement agricole (FAO, 2025).

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 poirier, donc les stades phénologiques constituent les premiers facteurs explicatifs de telles aux 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 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 plantes et à étudier les facteurs qui l'influencent (Defila et Clot, 2000).

Comme toutes les cultures, le poirier est confronté à plusieurs problèmes d'ordres climatiques et édaphiques, comme les températures qui constituent un des facteurs majeurs qui influencent la

phénologie de cette espèce notamment le débourrement et la floraison, deux stades clés pour toute progression dans la production (Anonyme, 2009)

Ce travail vise à l'étude du comportement d'une variété du poirier *Bouziga*, dans la région de Magra, wilaya de Msila.

Pour cela nous avons basé sur l'étude des stades phénologiques de la variété comme paramètre principal de l'adaptabilité de la variété suivie vis-à-vis du climat.

En premier chapitre, un aperçu général sur le poirier, puis l'étude du milieu physique dans le second chapitre, la méthodologie du travail en troisième chapitre et on termine par les résultats et discussion dans le quatrième chapitre.

Chapitre I : Généralités sur le poirier

1. Origine du poirier

Le poirier (*Pyrus communis* L.) est une espèce fruitière à pépins originaire d'Asie centrale. Des études archéobotaniques ont révélé la présence de pépins de poirier sur de nombreux sites préhistoriques, témoignant de son existence depuis l'époque néolithique (Anonyme, 2010). La culture du poirier serait apparue pour la première fois en Chine, plus de 4000 ans avant J.-C.

Au fil des siècles, l'espèce s'est diffusée vers l'ouest, notamment en Europe occidentale, où elle occupe une place importante depuis l'Antiquité. Les Grecs furent parmi les premiers à apprécier ses qualités gustatives, comme en témoigne Homère, qui la qualifiait de « cadeau des dieux ». Les Romains ont, à leur tour, développé sa culture et propagé diverses variétés à travers leurs conquêtes. Pline l'Ancien mentionnait déjà près de quarante variétés de poires vers l'an 50 ap. J.-C. (Anonyme, 2010).

La culture du poirier s'est ensuite consolidée en Europe et en Asie, et des recherches paléobotaniques ont également confirmé la présence du genre *Pyrus* à l'ère tertiaire (Challice et Wastwood, 1973).

Les poires actuellement consommées à grande échelle sont issues de variétés sélectionnées majoritairement au XIXe siècle, comme la Bon-Chrétien Williams (1796), la Conférence (1885), la Doyenné du Comice (1849), la Passe Crassane (1845) et la Guyot (1870) (Anonyme, 2010).

2. Systématique et description botanique

2.1. Systématique

Selon Gaussen et *al.* (1982), le poirier (*Pyrus communis* L.) est un arbre fruitier appartenant aux Rosacées, une famille qui regroupe plusieurs espèces d'intérêt agricole. Sa classification botanique, telle que proposée par Lafaon et *al.* (1996), se structure comme suit :

Règne	Plantae (plantes).
Sous-règne	Tracheobionta (plantes vasculaires).
Division	Magnoliophyta (plantes à fleurs).
Classe	Magnoliopsida (Dicotylédones).
Ordre	Rosales.
Famille	Rosaceae.

Sous-famille	Maloideae.
Genre	<i>Pyrus</i> .
Espèce	<i>Pyrus communis</i> L.

2.2. Description morphologique

Le poirier est un arbre fruitier de taille variable, pouvant atteindre jusqu'à 15 mètres de hauteur selon le porte-greffe et les conditions culturales. Il présente un port dressé à semi-étalé avec un tronc robuste et une écorce grise à fissures longitudinales avec l'âge.

Les feuilles, caduques, sont de forme ovale à elliptique, alternes, simples et à bords finement dentés. Leur face supérieure est lisse et verte foncé, tandis que la face inférieure peut être légèrement pubescente, notamment chez les jeunes feuilles.

Les fleurs, hermaphrodites, apparaissent en inflorescences de type corymbe regroupant 5 à 7 fleurs blanches à rosées. Chaque fleur comporte cinq pétales libres, un calice persistant, une vingtaine d'étamines et un ovaire infère composé de cinq carpelles.

Le fruit, la poire, est un faux-fruit issu du développement du réceptacle floral. Il possède une peau fine, une chair blanche à jaunâtre, juteuse, sucrée ou acidulée selon la variété. À l'intérieur, on retrouve des loges cartilagineuses contenant plusieurs pépins (C.T.I.F.L., 2011).

3. Importance économique du poirier

3.1. Dans le monde

La production mondiale de poires, incluant celles destinées à la consommation directe et à la transformation, est en constante évolution. Après une période de stagnation jusqu'au début des années 1990, une hausse régulière a été enregistrée, atteignant 21,9 millions de tonnes en 2019 (Anonyme, 2020). Cette progression s'est accompagnée d'une augmentation des superficies plantées, qui se sont stabilisées à 1,74 million d'hectares en 2019, malgré une légère régression enregistrée entre 2019 et 2020.

Selon les données les plus récentes, la production mondiale avoisine aujourd'hui 22,7 millions de tonnes, dont environ 15,2 millions sont issues de la Chine, premier producteur mondial, suivie par les États-Unis (738 000 tonnes) et l'Italie (737 000 tonnes) (FAO, 2022). La production de poires a crû de 59 % en une décennie et de 98 % en vingt ans, affichant ainsi un rythme supérieur à celui de la pomme. Cette culture est concentrée majoritairement dans

l'hémisphère nord, où dix pays assurent à eux seuls plus de 82 % de la production mondiale, soit près de 15 millions de tonnes (FAO, 2022) (Tableau 01).

En termes de diversité, on dénombre plus de 1 500 variétés de poires à travers le monde, parmi lesquelles les plus répandues sont : Guyot, Williams, Conférence, Bon Chrétien, Beurré Hardy, Doyenné du Comice, ainsi que certaines variétés utilisées pour la production de poiré (FAO, 2022). Cette culture bénéficie d'un intérêt économique croissant grâce à la diversité de ses variétés et à sa valeur marchande.

Tableau n° 01 : Situation de la production de poires dans le monde (FAO, 2022).

Indicateur	Données	Source
Production mondiale (2020)	21,9 million de tonnes	Anonyme, 2022
Superficie plantée (2020)	1,74 million d'hectares	Anonyme, 2022
Production mondiale actuelle	22,7 million de tonnes	FAO, 2022
Part de la Chine	15,2 millions de tonnes	FAO, 2022
États-Unis / Italie	738 000 t / 737 000 t	FAO, 2022
Évolution en 10 / 20 ans	+59 % / +98 %	FAO, 2022
Répartition géographique	82 % dans l'hémisphère nord	FAO, 2022
Nombre de variétés	Plus, de 1 500	FAO, 2022
Principales variétés	Guyot, Williams, Conférence, Bon Chrétien, etc.	FAO, 2022

3.2. En Algérie

Depuis des siècles, le poirier fait partie intégrante des pratiques agricoles traditionnelles en Algérie, notamment dans les zones montagneuses où il est cultivé de manière extensive. Dans ces régions, les arbres bénéficient rarement d'un entretien structuré, ce qui se traduit généralement par une qualité de fruits moyenne. Quezel et Santa (1962) ont identifié l'espèce *Pyrus communis* L. en Algérie, accompagnée de deux sous-espèces locales : ssp. longipes (Coss. et Dur.) Maire et ssp. gharbiana (Trabut) Maire, citées également par Chouaki et al. (2006).

Au fil des années, la culture du poirier a connu une évolution notable.

La superficie consacrée à cet arbre fruitier est passée de 12 940 ha en 1995 à 24 410 ha en 2003, atteignant 27 000 ha en 2022, ce qui représente 13 % de la surface totale des arbres fruitiers du pays (Anonyme, 2024). Cette expansion a été accompagnée d'une amélioration significative des rendements, avec une production passant de 583 560 Qx en 1995 à 1 161 440 Qx en 2003, pour culminer à 4 000 000 Qx en 2024. Le poirier est ainsi devenu la deuxième espèce fruitière en termes de production après le pommier, qui détient 30,72 % contre 19 % pour le poirier. Le rendement moyen est estimé à environ 95 Qx/ha (Tableau 02). Les wilayas les plus productives sont : Ain Defla, Blida, Tipaza et Skikda.

Tableau n° 02: Évolution de la production du poirier (1995- 2022) (Anonyme, 2024).

Année	Superficie (ha)	Production (Qx)	% dans la production fruitière
1995	12 940	583 560	—
2003	24 410	1 161 440	—
2022	27000	4 000 000	19 % (vs. 30,72 % pour le pommier)

3.3. Dans la wilaya de Msila

Le tableau 03 illustre l'évolution de la culture du poirier sur une période de dix années, en mettant en évidence les superficies plantées, les superficies en rapport ainsi que les quantités produites (exprimées en quintaux). Ces données permettent d'apprécier la dynamique de développement de cette espèce fruitière dans la région étudiée.

Tableau n° 03 : Évolution de la superficie plantée, de la superficie en rapport et de la production de poirier au niveau local sur la période (2015–2024).

Année	Superficie plantée (Ha)	Superficie rapport (Ha)	Production (Qx)
2015	240	190	15 200
2016	370	350	19 250
2017	370	350	10 500
2018	200	180	7 200
2019	100	80	4 000
2020	90	70	3 500
2021	78	60	2 400
2022	96	60	2 400
2023	100	78	3 120
2024	100	78	3 276

Source : DSA M'sila 2025

4. Stades phénologiques du poirier

Le cycle phénologique du poirier est un enchaînement ordonné de phases végétatives et reproductives, influencé par les conditions environnementales et les caractéristiques variétales. Il peut être subdivisé en plusieurs stades distincts (Trillot et al., 2002 ; Sahli & Salmi, 2021) :

- **Repos hivernal (dormance endogène) :** période de latence physiologique durant laquelle les bourgeons n'expriment aucune activité visible malgré des conditions climatiques parfois favorables. C'est une étape essentielle à la reprise ultérieure.
- **Débourrement :** début de l'activité végétative au printemps, marqué par le gonflement des bourgeons et l'apparition des jeunes feuilles. Ce stade survient généralement en mars-avril selon les régions.
- **Bouton rose :** stade préfloral où les boutons floraux prennent une teinte rosée visible à travers les sépales. Cette phase précède immédiatement la floraison.
- **Floraison :** période clé pour la pollinisation et la fécondation. Les fleurs s'ouvrent progressivement, attirant les insectes pollinisateurs. Elle est très sensible aux gelées tardives.
- **Nouaison :** formation des jeunes fruits suite à la fécondation. C'est un stade critique où de nombreuses pertes peuvent survenir (avortement floral, chute physiologique).
- **Croissance et développement des fruits :** allongement du pédoncule, augmentation du calibre, accumulation des réserves et modifications biochimiques (sucre, acides, arômes).
- **Maturation :** stade final où les fruits acquièrent leur taille définitive, leur coloration, et leur qualité gustative. Il est suivi de la récolte.
- **Sénescence et chute des feuilles :** phase terminale marquée par l'arrêt des activités métaboliques, la chute progressive des feuilles et l'entrée dans la dormance hivernale. Ces stades sont affectés par plusieurs facteurs : la température (accélère ou retarde les phases), l'humidité, la photopériode et les techniques culturales. Leur connaissance précise permet une meilleure planification des interventions culturales (taille, traitements phytosanitaires, irrigation) et une amélioration de la productivité.

Stades phénologiques repères du poirier

Auteurs: Bernard Bloesch et Olivier Viret, Agroscope, 1260 Nyon

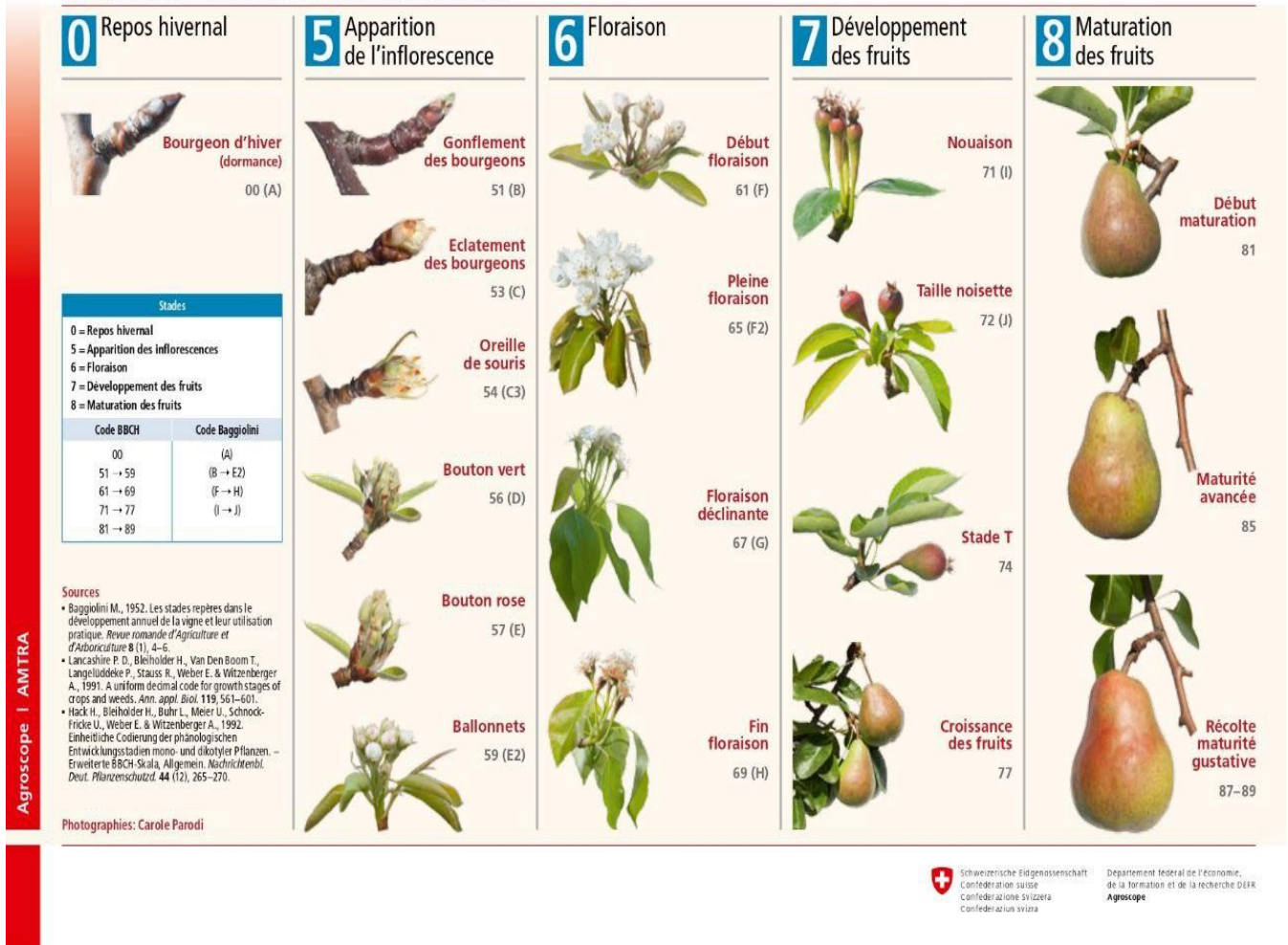


Figure 01 : Stades phénologiques repères du poirier (Sahli et Salmi, 2021).

4.1. Les porte-greffes

Deux principaux types de porte-greffes sont utilisés :

- **Le cognassier (*Cydonia oblonga*)** : adapté aux sols fertiles et bien drainés, souvent utilisé pour les variétés européennes.
- **Les francs de poirier** : plus vigoureux, adaptés aux sols secs ou pauvres (Akkèche, 2021).

5. Exigences agro-écologiques

5.1. Vernalisation

Le développement du poirier est étroitement lié à la satisfaction de ses besoins en froid hivernal. Cette espèce requiert une période prolongée de températures basses pour sortir correctement de

sa dormance. En moyenne, entre 1200 et 1500 heures à des températures inférieures à 7,2°C sont nécessaires pour garantir un bon démarrage du cycle végétatif. Durant cette phase de repos, les arbres peuvent tolérer des températures très basses, allant jusqu'à -26°C, sans subir de dommages notables (Walali et Skiredj, 2003).

5.2. La température

Le poirier est une espèce exigeante en froid hivernal, nécessitant entre 1200 et 1500 heures de températures inférieures à 7,2°C pour une levée efficace de la dormance (Walali et Skiredj, 2003). Il peut tolérer des gels intenses jusqu'à -26°C. La température optimale pour la pollinisation se situe entre 21 et 26°C, tandis que les extrêmes thermiques peuvent nuire au calibre et à la coloration du fruit.

5.3. Le sol

Concernant le sol, le poirier s'adapte bien aux sols profonds, fertiles, bien aérés, riches en matière organique, à texture argilo-limoneuse et bien drainés. Un sol conservant une bonne humidité sans excès d'eau reste fondamental pour sa croissance. Une structure du sol stable et bien pourvue en éléments nutritifs est essentielle pour garantir une production régulière et de qualité (Walali et Skiredj, 2003).

5.4. Variétés cultivées en Algérie

Il existe plusieurs variétés de poirier cultivées en Algérie, parmi lesquelles les plus répandues sont issues des sélections européennes. Selon les données du Ministère de l'Agriculture (2011), les principales variétés en circulation sont :

- **Santa Maria** : variété précoce à haut rendement, bien adaptée aux régions du centre algérien.
- **Williams Rouge** : variété attrayante par la couleur de son fruit, bien implantée dans les zones de moyenne altitude.
- **Guyot** : appréciée pour sa précocité et sa productivité.
- **Beurré Hardy** : variété vigoureuse à fruits de grande qualité gustative.
- **Conférence** : très répandue en Europe, introduite localement.
- **Starkrimson et Alexandrine à Douillard** : cultivées de manière plus localisée.
- **Passe Crassane** : variété tardive à bon potentiel de conservation.

Ces variétés sont intégrées dans le catalogue national et répondent aux exigences des conditions pédoclimatiques algériennes (Espiard, 2002 ; Deckers & Schoofs, 2005 ; ITAFV, 2011).

Outre ces variétés commerciales, plusieurs cultivars locaux subsistent dans différentes régions, notamment dans les zones montagneuses et les vergers traditionnels. Parmi les plus connus figurent :

- **Bouzguène** : variété originaire de la région de Tizi-Ouzou, connue pour sa rusticité et sa production régulière.
- **Bouzina** : cultivée dans les zones montagneuses de Batna, elle se distingue par ses fruits de calibre moyen et sa bonne tolérance à la sécheresse.
- **Tazmalt** : variété traditionnelle de Béjaïa, appréciée pour sa bonne qualité gustative et sa résistance aux maladies.
- **Bouira locale** : présente dans les vergers anciens, cette variété est peu exigeante en intrants mais très adaptée au climat semi-aride.

Ces variétés autochtones, souvent non inscrites au catalogue officiel, présentent une bonne adaptation aux conditions climatiques locales, une rusticité élevée et une valeur patrimoniale importante. Leur caractérisation reste toutefois incomplète et mériterait davantage d'études afin de les valoriser dans les programmes de sélection et de conservation génétique (Chouaki et al., 2006 ; Zerka et Achit, 2015).

6. Maladies et ravageurs du poirier

Le poirier est exposé à de nombreuses maladies d'origine virale, bactérienne, cryptogamique et parasitaire, ainsi qu'à divers ravageurs. Parmi les affections d'origine virale et à mycoplasmes, on retrouve le jaunissement des nervures (Vein yellow), la mosaïque annulaire, la gravelle (Pear stony pit), le dépérissement viral (Pear decline) et le bois caoutchouc (Rubbery wood),

Les deux dernières étant causées par des mycoplasmes. En ce qui concerne les maladies bactériennes, le flétrissement des bouquets floraux, provoqué par *Pseudomonas syringae*.

Par ailleurs, le feu bactérien, dû à *Erwinia amylovora*, constitue une menace sérieuse pour les vergers de poiriers, bien qu'il n'ait pas encore été détecté dans le pays, contrairement à sa présence avérée en Europe et aux États-Unis.

Du point de vue cryptogamique, le poirier est affecté par des maladies similaires à celles observées chez le pommier, telles que la tavelure, l'oïdium, les chancres, le plomb et certaines affections parasitaires causées notamment par *Stereum purpureum*.

Enfin, plusieurs ravageurs représentent une contrainte importante pour la culture du poirier, notamment le carpocapse, le psylle, le pou de San José, la cochenille, les acariens, les pucerons, le capnode, la zeuzère et le cossus (Walali et Skiredj, 2003).

Chapitre 2: Présentation du milieu d'étude

1. Situation géographique de la zone d'étude

La présente étude a été réalisée dans la daïra de Magra, wilaya de M'Sila, au niveau de la commune de Belaïba, plus précisément au village de Ouled Zemira, situé à environ 6 km à l'est du chef-lieu de la commune.

Magra se situe au Nord - Est de la wilaya de Msila, elle est limitée par :

- Le Nord : Resfa wilaya de Sétif et Dhahna wilaya de M'sila.
- Le Sud : la commune de Ain Khadra wilaya de M'sila.
- L'Est : la commune de Belaïba wilaya de M'sila.
- L'Ouest : la commune se Berhoum wilaya de M'sila (Figure 02).

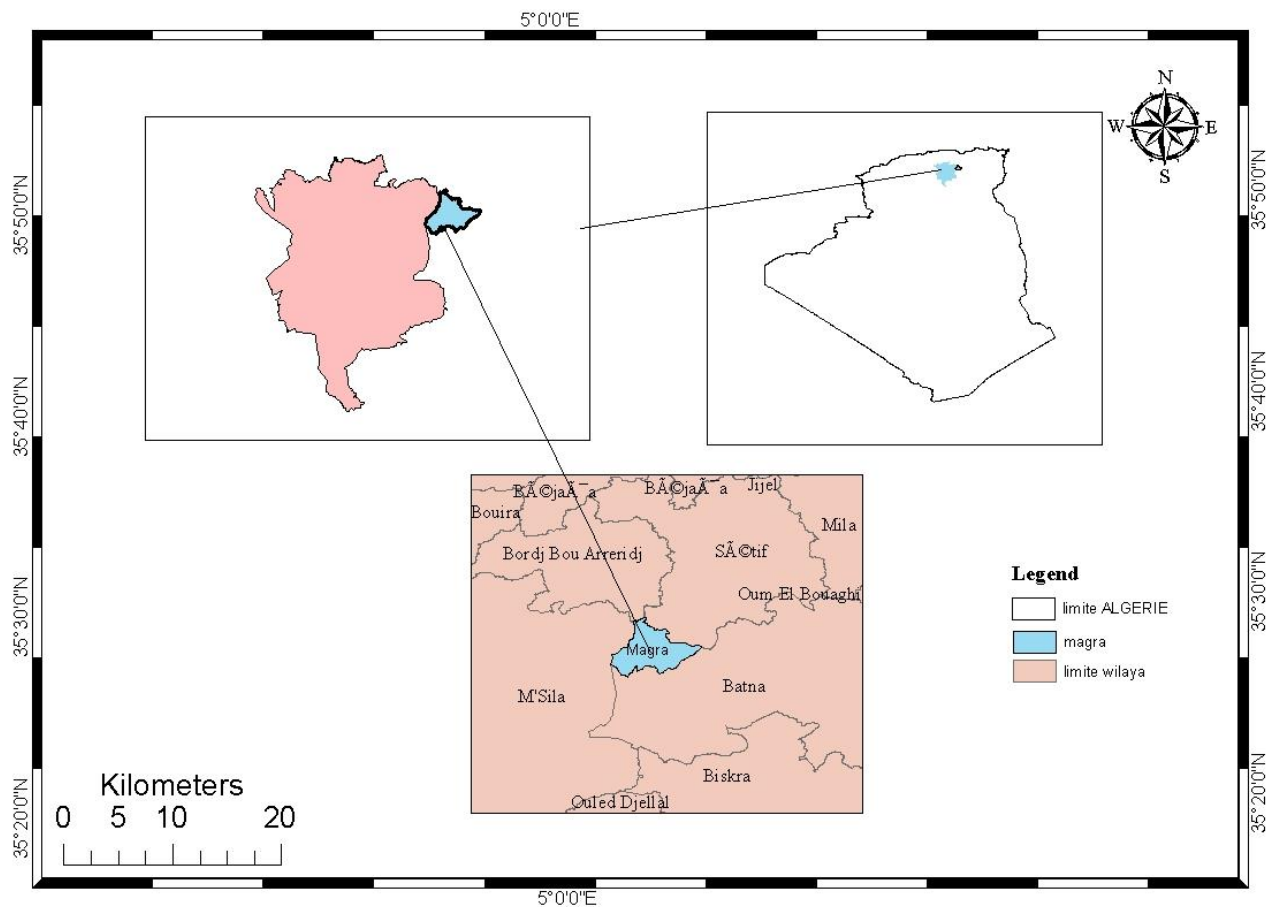


Figure 02 : Limites géographiques et administratives de la Daïra de Magra.

2. Le Relief

Le territoire de la wilaya représente une zone de transition stratégique entre les deux principales chaînes montagneuses que sont l'Atlas tellien et l'Atlas saharien (Barkat et Ghanem, 2023). Sa configuration géographique se présente comme suit:

Une zone montagneuse située de part et d'autre du Chott El Hodna.

Une zone centrale dominée par des plaines et des hautes plaines.

Une zone de chotts et de dépressions, avec le Chott El Hodna en position centrale et le Zahrez Chergui au centre-ouest.

Une zone de dunes de sable d'origine éolienne.

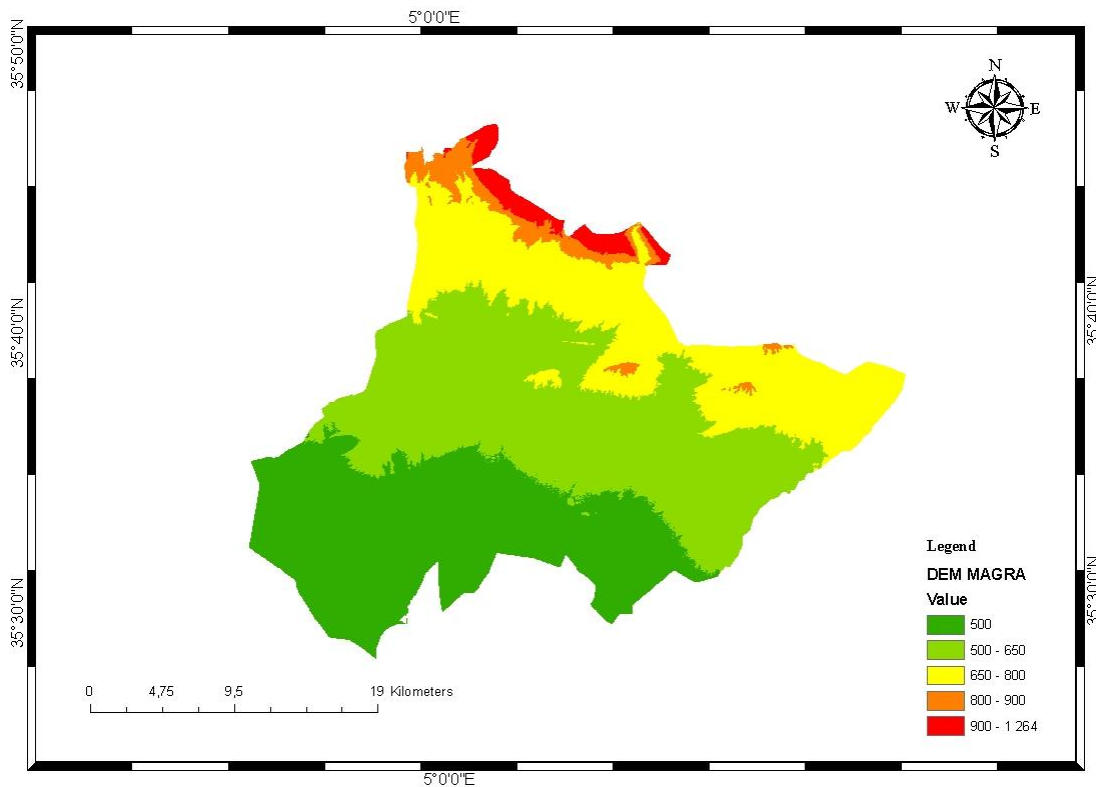


Figure 03 : Carte du Relief de Msila.

3. Climat

3.1. Origine des données climatiques

Dans le cadre de cette étude, et en l'absence de données météorologiques disponibles localement sous forme de relevés directs, les informations climatiques ont été extraites à partir de la base de données satellitaire fournie par la plateforme officielle **NASA POWER (Prediction Of Worldwide Energy Resources)**. Cette plateforme offre un accès à des séries de données climatiques fiables issues des réanalyses atmosphériques de la NASA, notamment **MERRA-2**, adaptées aux applications en agriculture, écologie et énergie renouvelable. Nous avons exploité les **moyennes mensuelles** des principales variables climatiques (précipitations, températures minimale et maximale, humidité relative et vitesse moyenne du vent) sur une période de **11 ans (2014–2024)**, correspondant à la **ville de M'Sila**, située dans le Nord de l'Algérie.

Les données ont été extraites selon les coordonnées géographiques suivantes : **Latitude : 35° 70' Nord – Longitude : 4° 54' Est**, représentatives du site d'étude.

Source des données:

<https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>

3.2. Etude climatique de la zone de Magra

Le climat en région méditerranéenne est un facteur déterminant en raison de son importance dans l'établissement, l'organisation et le maintien des écosystèmes (**Aidoud, 1998**). Il constitue un facteur clé dans la répartition des espèces et le fonctionnement global du vivant. Cette influence s'exerce à travers divers paramètres climatiques tels que la température, les précipitations, l'humidité atmosphérique et les régimes de vent (**Faurie et al., 2003**).

Le climat joue un rôle fondamental dans l'organisation et la dynamique des écosystèmes, notamment en région semi-aride. Pour bien caractériser les conditions climatiques de la zone d'étude (**Site de Ouled Zemira, commune de Belaiba, wilaya de M'Sila**), nous avons exploité les données moyennes mensuelles des principaux paramètres climatiques sur une période de **11 ans (2014–2024)**.

3.2.1. Les précipitations

Les précipitations représentent un élément écologique essentiel, jouant un rôle décisif non seulement dans la dynamique et la distribution des écosystèmes terrestres et aquatiques (**Ramade,**

2003), mais aussi dans le déroulement de processus vitaux chez les végétaux, notamment la photosynthèse. Ces derniers constituent en effet la composante biotique dominante des milieux naturels (Ozenda, 1982).

Les précipitations mensuelles enregistrées dans la région de M'Sila de 2014 à 2024 sont consignées dans le tableau 4.

Tableau n° 04 : Les précipitations moyennes mensuelles dans la région de M'Sila (période 2014-2024).

Mois	Jan	Feb	Mar	Avr	Mai	Jui	jul	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec	Annuel
P(mm)	29.4	22.1	31.6	28.8	41.2	16.6	2.79	8.1	35.3	26.1	31	23.4	296,39

En se référant au **tableau 04** et à la **figure 04**, le mois le plus pluvieux est le mois de **mai** avec une valeur de **41.23 mm**, suivi de près par **septembre (35.34 mm)** et **mars (31.62 mm)**. En revanche, le mois le plus sec est **juillet**, qui n'enregistre que **2.79 mm** de précipitations. Le total annuel des précipitations cumulées au cours de la période **2014–2024** est de **296,39 mm**, ce qui reflète un climat de type **semi-aride à tendance irrégulière**, marqué par une saison sèche très prononcée en été.

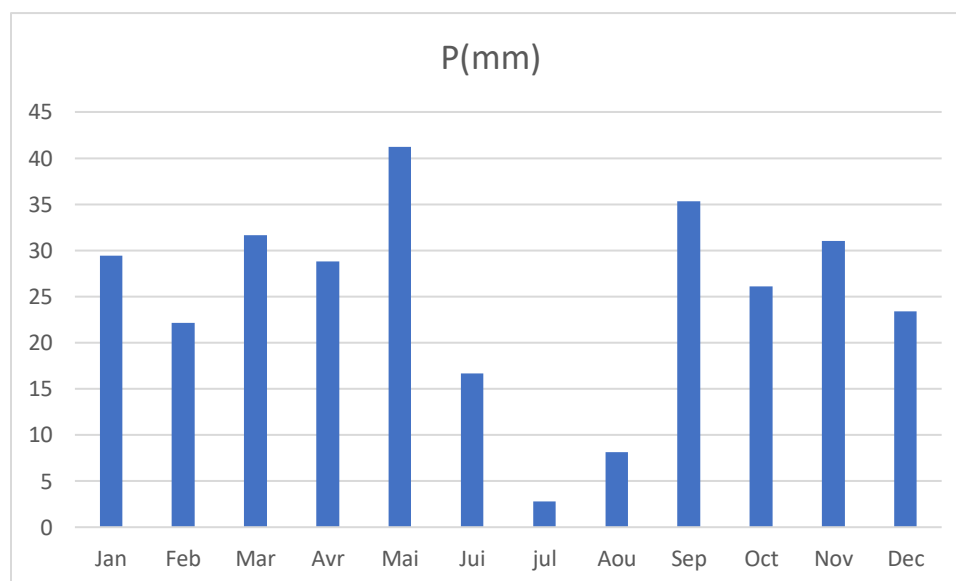


Figure 04 : Précipitations moyennes mensuelles (mm) enregistrées dans la station de M'Sila (période 2014-2024).

3.2.2. Le régime saisonnier

La distribution des précipitations par saison (Tab.05) nous laisse la possibilité de dresser son régime saisonnier.

Tableau n° 05 : Le régime saisonnier de la station de M'Sila (période 2014-2024).

Saison	Hiver (Dec, Jan, Fev)	Printemps (Mar, Avr, Mai)	Eté (Jun, Jul, Aou)	Automne (Sep, Oct, Nov)
P (mm)	74.97	101.65	27.54	92.44

L'illustration de la distribution des précipitations par saison nous a permis d'aboutir à la figure 05 ci-dessous.

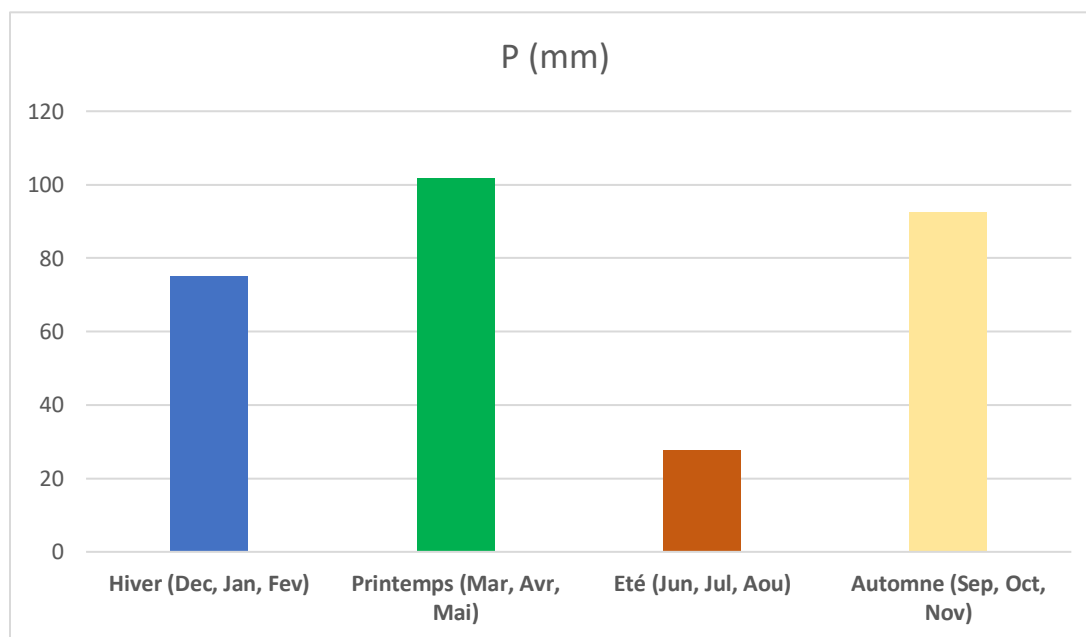


Figure 05 : Régime saisonnier de la station de M'Sila (période 2014-2024).

Le tableau 05 et à la figure 05 permettent de caractériser le régime pluviométrique en fonction des saisons. Le régime saisonnier des précipitations de la station de M'Sila est de type méditerranéen. En effet, le printemps est la saison la plus arrosée avec un total de précipitations de 101.65 mm par contre l'été parait la saison la plus sèche avec un total de précipitations de 27.54 mm.

3.2.3. Les températures

La température constitue un facteur écologique déterminant, influençant la répartition des grandes zones climatiques terrestres. Le facteur thermique agit directement sur la vitesse des réactions biologiques, ainsi que sur l'abondance et la croissance des individus (Dajoz, 2006 ; Faurie et al., 2003).

Les valeurs des températures moyennes mensuelles et extrêmes enregistrées dans la région de M'Sila durant la période allant de 2014 à 20244 sont regroupées dans le tableau 06.

Tableau n° 06 : Moyennes mensuelles et extrêmes des températures enregistrées dans la région de M'Sila (période 2014-2024).

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Jul	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
m (°C)	-1.45	-0.8	0.62	3.97	7.02	12.51	17.44	18.28	13.36	8.68	3.3	0.86
M (°C)	20.66	23.32	27.2	31.96	37.21	42.02	44.32	43.22	39.07	33.03	26.75	21.15
(M+m)/2	9.6	11.26	13.91	17.96	22.11	27.26	30.88	30.75	26.21	20.85	15.02	11

- m : Moyennes des températures minimales ;

- M : Moyennes des températures maximales ; - (M+m) / 2 : Moyennes des températures.

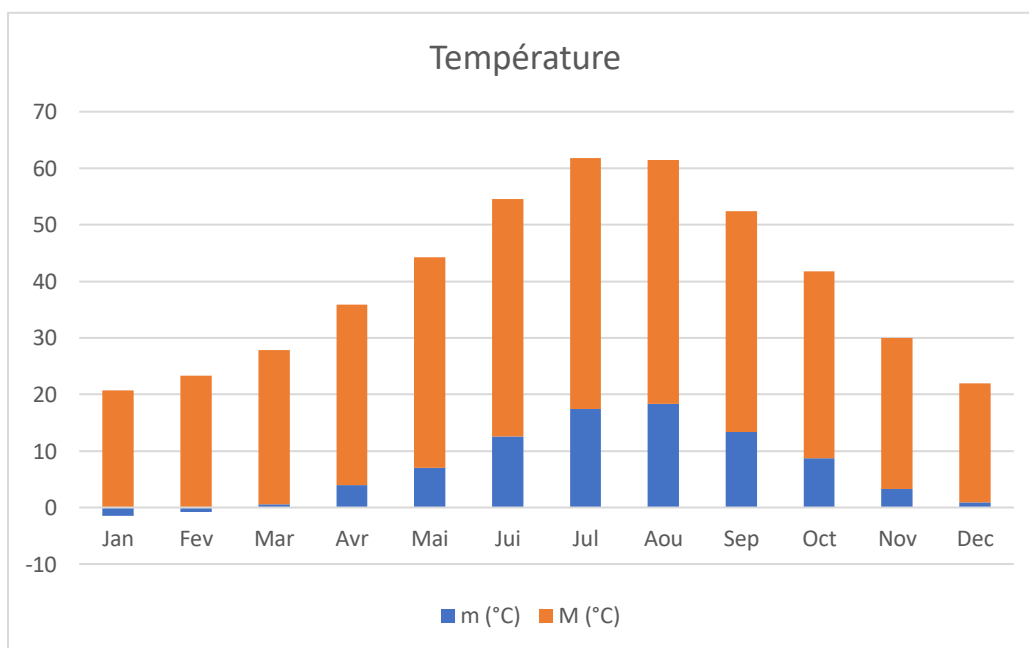


Figure 06: Les températures minimales et maximales de la région M'Sila (période 2014-2024).

a - Températures extrêmes

D'après les données des températures (Tableau n° 06), il parait que parmi les mois les plus chauds dans la région de M'Sila, Juillet occupe le premier rang avec une température moyenne maximale de

44.32 °C alors que le mois de Janvier enregistre la valeur la plus basse avec une température de - 1.45 °C.

b - Températures moyennes mensuelles

Les valeurs des températures moyennes mensuelles enregistrées dans la région de M'Sila durant la période allant de 2014 à 2024 varient d'un maximum de 30.88 °C pour le mois Juillet alors que le mois de Janvier enregistre une valeur minimale de 9.6 °C.

3.2.4. Le vent

Le vent joue un rôle majeur dans la vie des êtres vivants (Faurie et *al.*, 2003). Il constitue un vecteur de dispersion pour de nombreuses espèces végétales ainsi que pour certains animaux (Dajoz, 2006). Caractérisés par leur température, leur direction et leur vitesse, les vents influencent de manière significative l'évapotranspiration des plantes (Didier, 2005).

Le tableau 07 présente l'évolution de la vitesse moyenne mensuelle du vent dans la région de M'Sila durant la période 2014-2024.

Tableau n° 07 : l'évolution de la vitesse moyenne mensuelle du vent dans la région de M'Sila durant la période 2014-2024.

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Jul	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
Vit. moy du Vent (m /s)	2.67	2.78	3.04	2.95	2.89	2.98	2.87	2.59	2.63	2.32	2.72	2.43

- Vit. moy du Vent (m /s) : vitesse moyenne du vent exprimée en mètre par seconde.

Les valeurs de la vitesse du vent notées au cours des années 2014- 2024, varient entre **2.32 m/s** et **3.04 m/s**. Il est à constater que la plus grande vitesse du vent soit **3.04 m/s** est enregistrée au mois de Mars.

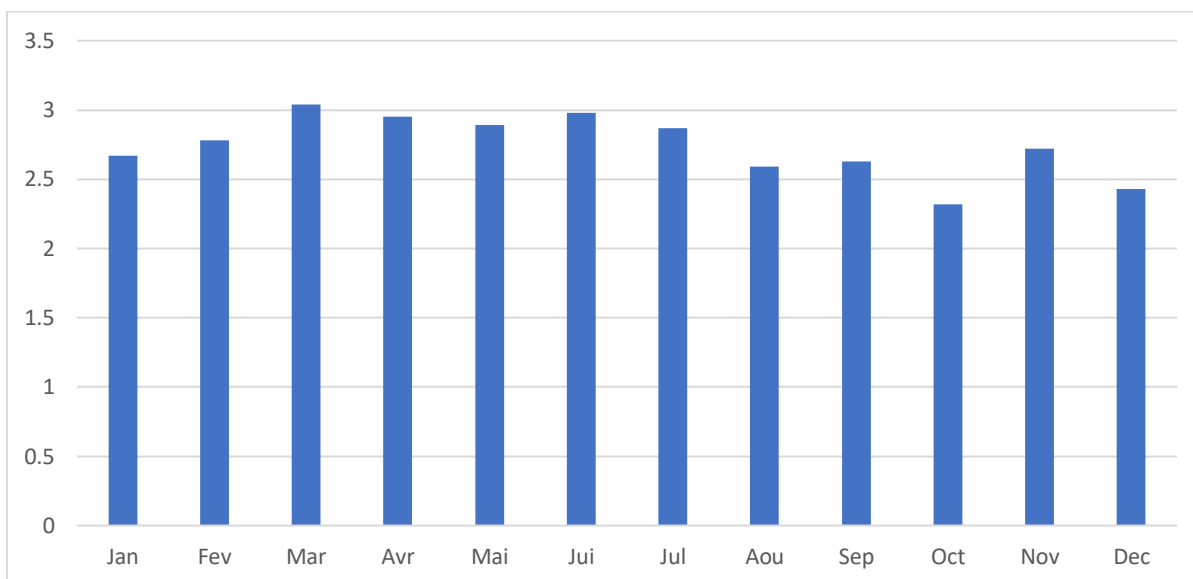


Figure 07 : Vitesse moyenne mensuelle du vent enregistré dans la région de M'Sila (Période 2014-2024).

3.2.5. Humidité relative

L'humidité relative correspond à la quantité de vapeur d'eau présente dans l'air, exprimée en pourcentage par rapport à la quantité maximale que l'air peut contenir à température et pression constantes (Valle et *al.*, 1999).

Dans les zones soumises à un déficit hydrique, comme les régions arides, cette humidité joue un rôle crucial pour la végétation ainsi que pour les autres organismes vivants (Dajoz, 1971).

Les valeurs mensuelles moyennes de l'humidité relative enregistrées entre 2014 et 2024 dans la région de M'Sila sont présentées dans le tableau 08.

Tableau n° 08 : l'évolution de la vitesse moyenne mensuelle du vent dans la région de M'Sila durant la période 2014-2024.

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Jul	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
H (%)	71.26	64.7	60.17	52.61	47.96	38.75	28.89	32.27	46.16	52.7	64.59	71.43

D'après le tableau 08, la valeur maximale de l'humidité relative moyenne est enregistrées au mois de Décembre soit 71.43% par contre la valeur minimale est notée pour le mois de Juillet avec 28.89%. Le reste des mois est illustré dans la figure 08 ci-dessous

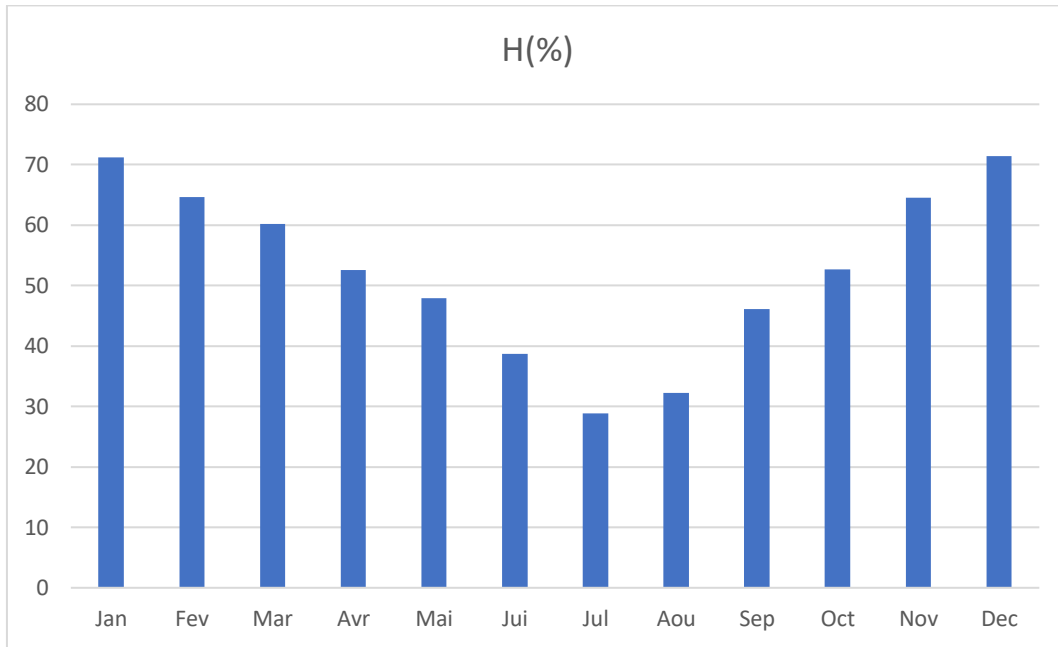


Figure 08 : Humidité moyenne mensuelle dans la région de M'Sila (Période 2014-2024).

Selon la figure 09, la baisse du taux d'humidité durant la saison estivale s'explique par plusieurs facteurs :

- **L'aridité du climat**, caractérisée par une faiblesse relative des précipitations, notamment en été, ce qui constitue un trait distinctif du climat méditerranéen.
- **La continentalité**, qui accentue les contrastes thermiques et limite l'humidité ambiante.
- **L'influence des masses d'air méridionales**, chaudes et desséchantes, telles que le sirocco.

3.3. Synthèse climatique

La synthèse climatique d'une station donnée permet d'identifier les périodes sèches et humides à l'aide du diagramme ombrothermique de Gaussen, ainsi que de déterminer l'étage bioclimatique auquel elle appartient grâce au climagramme d'Emberger.

3.3.1. Diagramme ombrothermique

Selon **Bagnouls et Gaussen (1957)**, un mois est qualifié de sec lorsque le total mensuel des précipitations (P), exprimé en millimètres (mm), est inférieur ou égal au double de la température moyenne mensuelle (T), exprimée en degrés Celsius (°C). Le diagramme ombrothermique élaboré par ces auteurs permet ainsi d'estimer la durée de la saison sèche à partir d'un seul graphique, en

considérant qu'une période est sèche lorsque les précipitations moyennes sont inférieures à deux fois la température moyenne du mois (**Le Houérou, 1995**).

C'est à partir du diagramme établi (Fig. 09) qui montre pour la région de M'Sila, pour une période de 11 ans (2014-2024), présente une période sèche qui s'étale sur 8 mois.

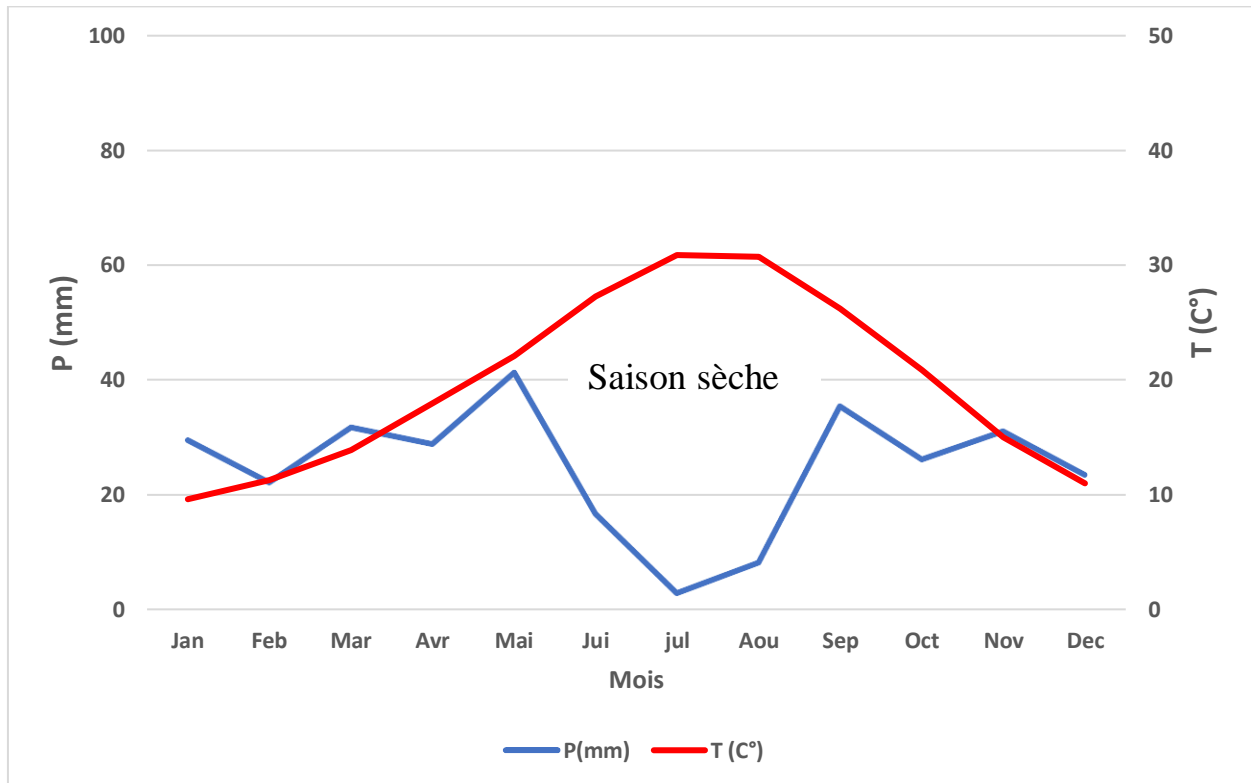


Figure 09: Diagramme ombrothermique de la région de M'Sila (Période 2014-2024).

3.3.2. Climagramme d'Emberger

Le quotient pluviométrique d'Emberger (Q2) est un indice climatique permettant d'évaluer l'aridité du climat méditerranéen selon un gradient allant du Nord au Sud (**Emberger et Sauvage, 1961, cité par (Djebaili, 1984)**). Cet indice prend en considération à la fois les précipitations et les températures.

Il dépend de deux paramètres thermiques : la moyenne des températures minimales du mois le plus froid (m) et la moyenne des températures maximales du mois le plus chaud (M).

Le calcul de Q2 s'effectue selon la formule suivante : $Q2 = 3.43 P / (M-m)$. (**Dajoz, 2006**)

Q2 : quotient pluviométrique d'Emberger.

P : précipitations moyennes annuelles (mm).

M : moyenne des températures maximales du mois le plus chaud (°C).

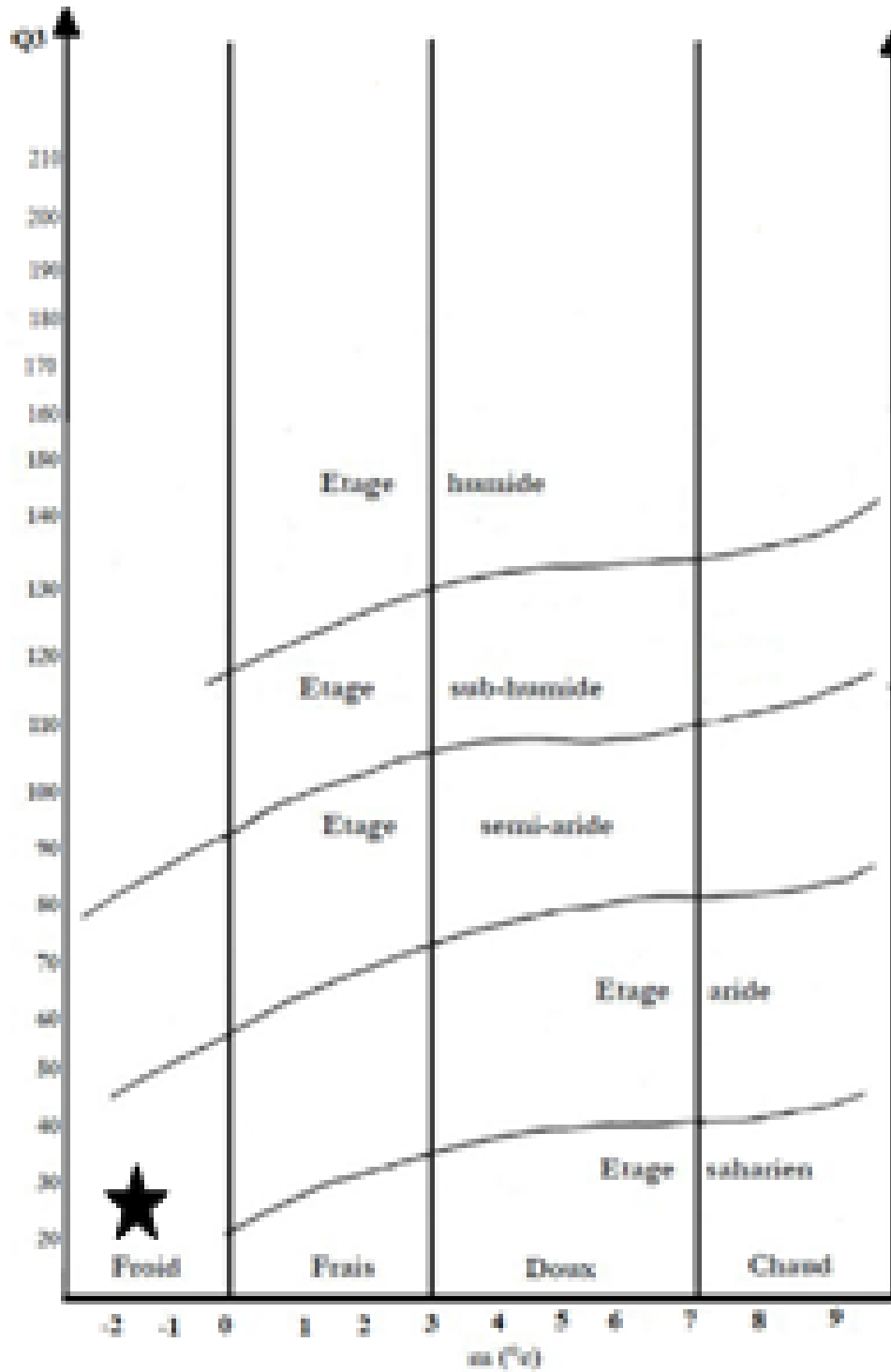
m : moyenne des températures minimales du mois le plus froid (°C).

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

Tableau 09 : Valeurs du quotient pluviométrique d'Emberger de la station de M'Sila
(Période 2014-2024)

Paramètres	P (mm)	M (°C)	m (°C)	Q ₂	Etage bioclimatique
Station de M'Sila	296,39 mm	44.32	-1.45	22.21	Aride à hiver froid

D'après les données climatiques pour une période s'étalant sur 11 ans et la valeur du quotient pluviométrique d'Emberger « Q₂ », la station de M'Sila et de même que la zone de Magra sont classées dans l'étage bioclimatique aride supérieur à hiver froid (Fig. 10).



★ : Station météorologique de Msila

Figure 10 : Positionnement de la station météorologique de M'Sila dans le climagramme d'Emberger

Chapitre 3-Méthodologie de travail

1. Le matériel végétal

La variété étudiée est celle de *Bouziga*, suivi à partir d'un verger situé dans la zone d'Ouled zemira, située dans la daïra de Magra wilaya de Msila, âgé de 12 ans d'une superficie de 5.73 are avec 72 arbres.

1.1. Échantillonnage

La méthode d'échantillonnage adoptée pour cette étude était celle de Grouzis (1980) basée sur la classe de vigueur (diamètre de tronc en cm) des arbres.

On a dénombré des pieds choisis au hasard pour chaque classe de vigueur à savoir :

1. forte vigueur.
2. moyenne vigueur.
3. petite vigueur.

Pour chaque pied, des 40 arbres choisie aléatoirement, on a pris quatre branches de deux années de croissance (productives) selon les quatre orientations (Nord, Sud, Ouest et Est) (Fig.11 et 12).

La prise en considération de l'orientation était pour couvrir la différence en termes d'ensoleillement.

Un comptage de nombre de bourgeons végétatifs et floraux était effectué préalablement pour chaque branche choisis.

Des suivis phénologiques ont été débutés à partir de 25/02/2025, période où les arbres ont été en état de dormance, jusqu'au 30/04/2025, période de fin floraison. Une échelle clé d'identification des différents stades phénologiques a été adoptée c'est celle de BBCH par le biais de constats journaliers sur le terrain.

1.2. Dispositif expérimental

-Espèce : poirier.

-Nombres des variétés : 01(*Bouziga*)

-échantillon : 40 arbres.

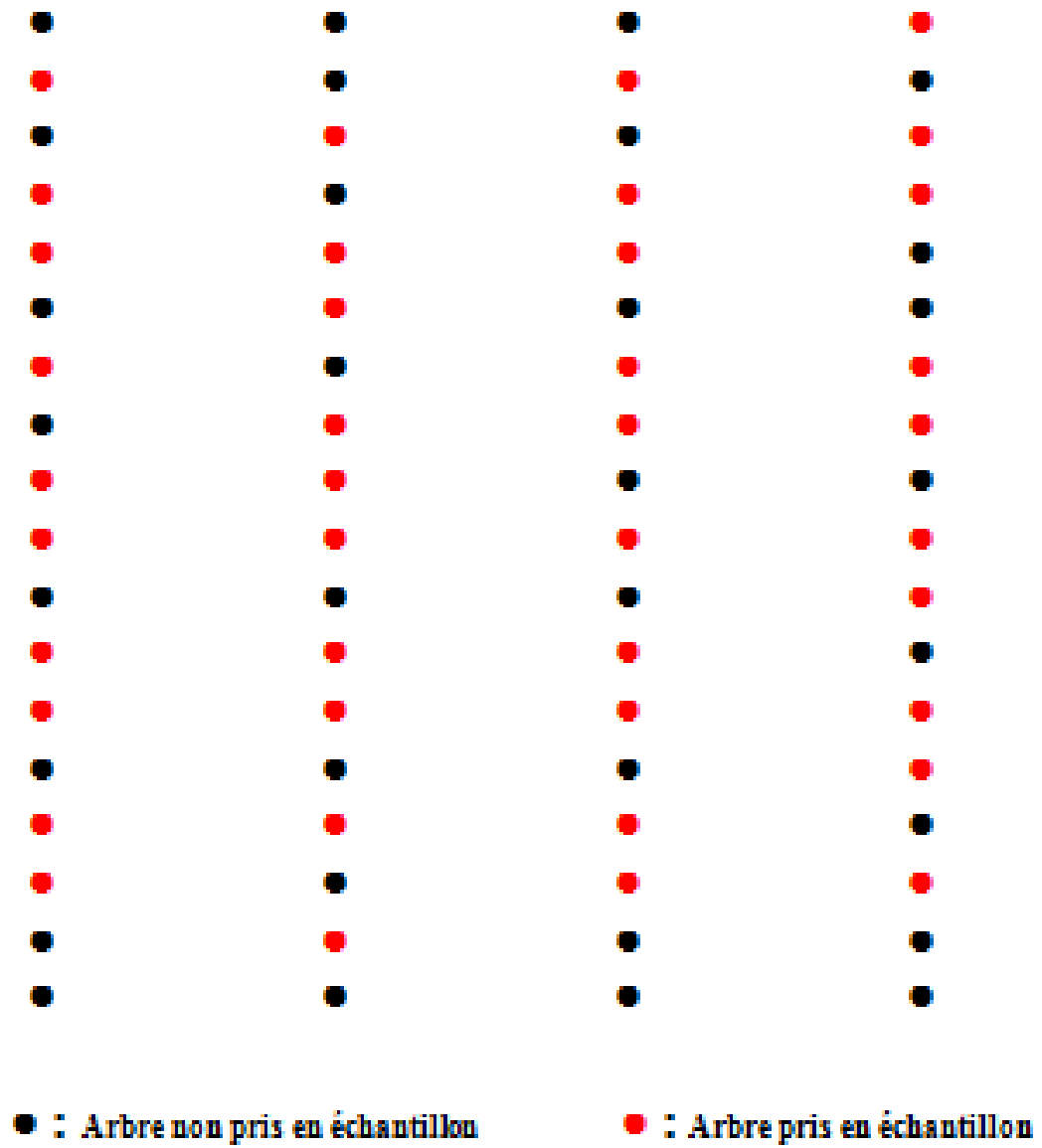


Figure n°11: Dispositif expérimentale.



Figure n° 12: Verger de poirier (Originale)

1.3. Calculs de taux de débourrement

Le pourcentage totale de débourrement est déterminé à partir du nombre total de bourgeons ayant débourrés par rapport au nombre total des bourgeons présents sur le rameau.

$$\text{Taux de débourrement} = \frac{\text{Nombre de bourgeons éclatés}}{\text{Nombre de bourgeons total}} \times 100$$

1.4. Calcul de taux la floraison de poirier

Pour déterminer la durée en jours de la floraison de chaque pied, on a procédé un comptage de jours de chaque phase de la floraison à savoir ; la phase de début de floraison, la phase de plein floraison et la phase de fin floraison. Le pourcentage de floraison est calcule à partir du nombre total de fleurs ouverts par rapport au nombre de bourgeons.

$$\text{Taux de floraison} = \frac{\text{Nombre de bourgeons florés}}{\text{Nombre de bourgeons débourrés}} \times 100$$

1 .5.Calcul de nombre d'heures de froid

$$\text{Nombre d'heures de froid} = \frac{7,2-m}{M-m} \times 24\text{h}$$

M : température maximale journalière.

m : température minimale journalière.

1 .6.Calcul de degré de jour de croissance

Le degré jour de croissance est une mesure empirique utilisée pour calculer l'accumulation de chaleur qui sert à estimer la durée d'un développement biologique tel que la croissance d'une plante, en tenant compte de la température. Cette notion est particulièrement utilisée dans le domaine de l'agronomie et de la pisciculture. Pour la plupart des phénomènes biologiques, la vitesse de développement est fortement dépendante de la température. Le concept de somme de degrés x jour est utilisé pour rendre compte de cette dépendance,

$$DJ = \frac{T_{\max} + T_{\min}}{2} - T_{\text{base}}$$

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

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

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

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 (poirier 7,2).

Chapitre 4 : Résultats et discussion

1. Stades phénologiques

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 sur l'époque et la durée de différents stades phénologiques.

1.1. Le taux de débourrement et de floraison

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

Pour mieux étudier et analyser le débourrement de la variété du poirier étudiée *Bouziga* pour la campagne 2024-2025, nous avons étudiés les résultats obtenus.

Les valeurs enregistrées dans le tableau n°10 ont révélé une supériorité du taux de débourrement en fonction des orientations comparée à celles des classes qui semblent qu'elles n'avaient aucun effet sur le débourrement. Par ailleurs, le meilleur taux est enregistré sur le côté Nord avec 31,92% et le Sud avec 29,15%. Le tableau ci-dessous a engendré les valeurs du taux de débourrement.

Tableau n°10 : Taux de débourrement du verger du poirier (*Bouziga*) pour la campagne (2024 /2025)

Classe	Taux de débourrement (%)				Moyenne (%)
	Nord	Sud	Est	Ouest	
Petite	17,85%	15,23%	12,92%	12,85%	21,44%
Moyenne	21,38%	24,46%	19,69%	22,85%	
Fort	31,92%	29,15%	22,85%	26,08%	

S'agissant de la 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 du poirier sont portés sur le tableau (11).

A travers le tableau (11) nous avons constaté que, l'orientation a un effet très marqué sur le taux de floraison avec ces trois phases (début, pleine et fin).

En effet, pour le début floraison, les bourgeons situés sur le côté Sud enregistre un taux de 48,48%, suivi par le Nord avec 38,36%, alors que, en plein floraison le coté Est enregistre un taux de 72,67% puis le Nord avec 63,36%. Pour la fin floraison, on a enregistré des taux élevés sur les direction Sud et Nord avec 87,37% et 83,19% respectivement. Le tableau 11 ci-dessous a engendré les valeurs du taux de floraison.

Tableau n°11: Taux de la floraison du verger du poirier (Bouzigu) pour la campagne (2024 /2025)

Début floraison					
Classe	Taux de Floraison (%)				Moyenne (%)
	Nord	Sud	Est	Ouest	
Petite	38,36%	48,48%	32,74%	28,14%	27,20%
Moyenne	32,01%	30,19%	21,48%	15,82%	
Fort	21,45%	25,33%	18,52%	13,86%	
Pleine floraison					
Classe	Taux de Floraison (%)				Moyenne (%)
	Nord	Sud	Est	Ouest	
Petite	63,36%	56,56%	72,67%	63,72%	56,17%
Moyenne	52,88%	35,22%	70,70%	61,62%	
Fort	50,84%	48,02%	52,19%	46,31%	
Fin Floraison					
Classe	Taux de Floraison (%)				Moyenne (%)
	Nord	Sud	Est	Ouest	
Petite	83,19%	87,37%	63,09%	77,25%	57,12
Moyenne	69,42%	54,40%	41,40%	43,43%	
Fort	46,51%	45,65%	35,69%	38,05%	

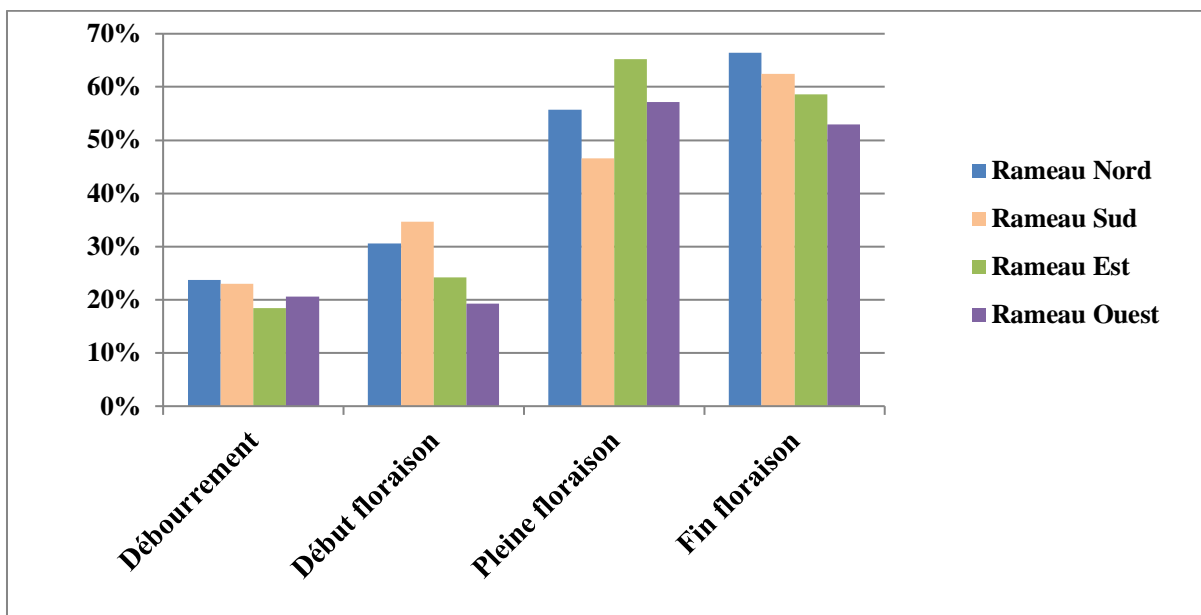


Figure n° 13; Histogramme comparatif du taux de floraison et de débourrement en fonction des orientations.

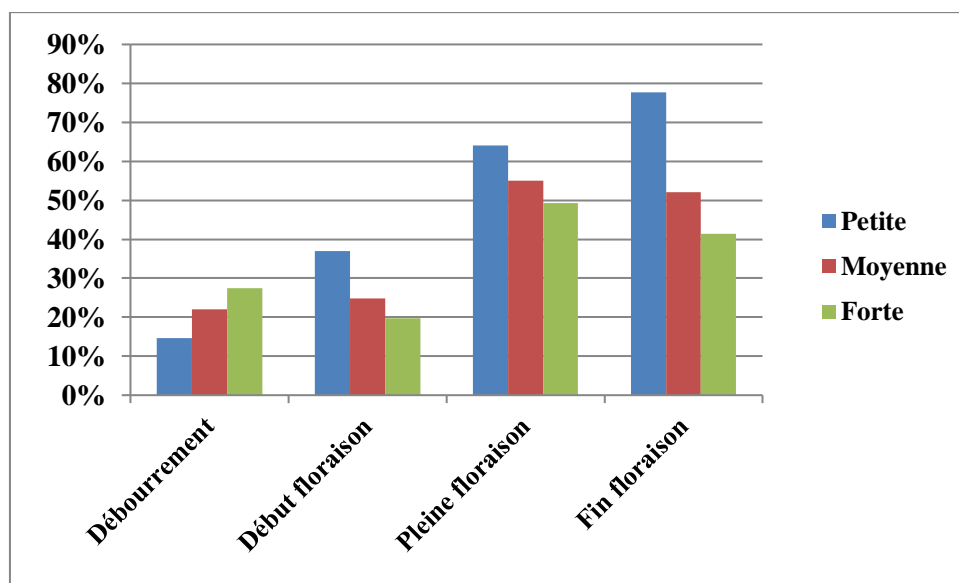


Figure n°14: Histogramme comparatif du taux de floraison et de débourrement en fonction des classes de vigueur.

1.2. La durée en jours des stades phénologiques

D'après les résultats obtenus, la durée en jours de débourrement des bourgeons végétatifs paraît être raccourcie comparée à celle de début, de la pleine et de la fin floraison. Cette dernière a été prolongée par rapport aux autres. Le tableau n°12 montre clairement ce paramètre.

Tableau n°12 : Évolution des phases de floraison de la variété *Bouziga* en fonction de nombre des jours.

	Période	Nombre de jours calendaire
Débourrement	01/03/2025 au 16/03/2025	16
Stade début floraison	17/03/2025 au 29/03/2025	13
Stade plein floraison	30/03/2025 au 12/04/2025	14
Stade fin floraison	13/04/2025 au 22/04/2025	10

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(2024/2025), nous avons constaté un débourrement précoce avec un intervalle de 10 à 15 jours. Ce ci peut être due à la satisfaction des besoins en froid de la variété et d'autre part aux températures très favorables en début du printemps qui favorisent un développement rapide des bourgeons.

La différence de la date de débourrement d'une campagne à une autre 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 la variété *Bouziga* a 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 2024/2025 varient de 11.7°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 2.8°C en Février à la deuxième décade du mois de mars (08.3°C) ce qui conduit à une sortie de dormance précoce.

La variation du taux de débourrement finale, 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 (7.2°C) de poirier, pendant cette période les températures moyennes sont 08.5°C et 15,3°C successivement pour les mois de Mars et Avril, ces températures d'après les auteurs sont très favorables au bon déroulement de stade débourrement.

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 poirier 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 13.7°C et 14.5°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 de la variété étudiée.

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°C - 25°C l'ouverture des fleurs est 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 14,5°C pour le mois d'Avril. Malgré que ces températures soient inférieures de températures idéales pour la bonne floraison de poirier aucunes réactions néfastes ne sont enregistrées durant la floraison de la variété étudiée.

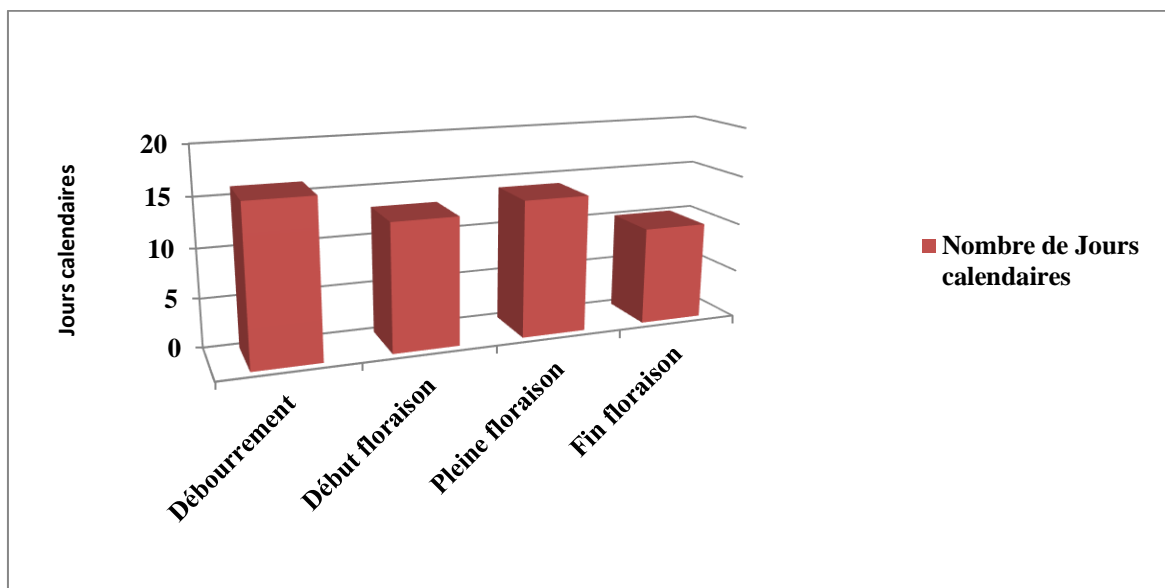


Figure n°15 : Histogramme comparatif des phases de floraison de la variété *Bouziga* en fonction de nombre de jours.

- La somme des heures de froid (unit chilling)

Étant 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 commençant par le mois de décembre 2024 jusqu'au mois de mars 2025. En effet, les besoins en froids pour la variété *Bouziga* ont présenté une supériorité assez importante, sachant que la température de base pour les espèces à pépins est de 7.2C°. Les valeurs obtenues sont engendrées dans le tableau 13 suivant ;

Tableau 13 : les températures maximales, minimales et l'unité du froid pour le poirier durant la période d'étude.

Mois	T° min	T° max	Unité de froid
Décembre	-2,3	10,6	17,67
Janvier	0,2	9,2	18,66
Février	-0,2	13,5	12,96
Mars	3,1	14,1	8,94

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.

Ces résultats sont accord avec ceux de **Zaidi (1985)**, qui confirment qu'un passage au froid hivernal est nécessaire au développement des bourgeons du poirier, 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.

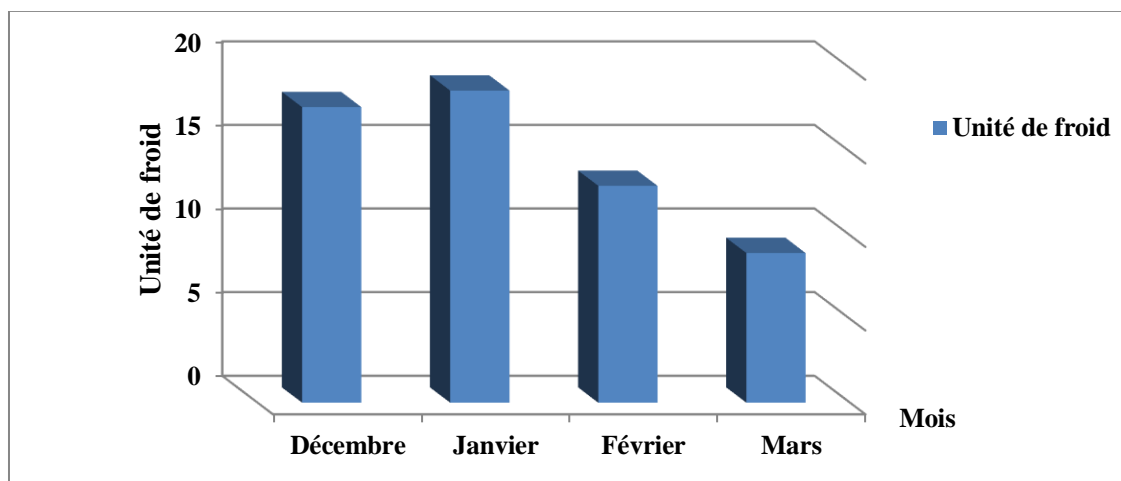


Figure n°16 : Évolution des heures de froid en fonction des températures chez la variété *Bouziga*.

2. Effet de la température sur la durée des stades phénologiques

La variété *Bouziga* du poirier a montré une forte fluctuation de ces besoins thermiques, alors qu'ils ont pris une valeur importante de 444,1°C durant le stade pleine floraison, ils oscillent entre 149,3 °C pour la fin floraison et 180,65 °C pour le début floraison alors que, pour le débourrement les besoins sont de 204°C (Tableau 14).

Tableau n°14: Évolution des valeurs de degrés en jours de croissance selon les stades de floraison de la variété *Bouziga*

	Période	Nombre de jours calendaire	Degré en jours de croissance
Débourrement	01/03/2025 au 16/03/2025	16	204
Stade début floraison	17/03/2025 au 29/03/2025	13	180,65
Stade plein floraison	30/032025 au 12/04/2025	14	444,1
Stade fin floraison	13/04/2025 au 22/04/2025	10	149,3

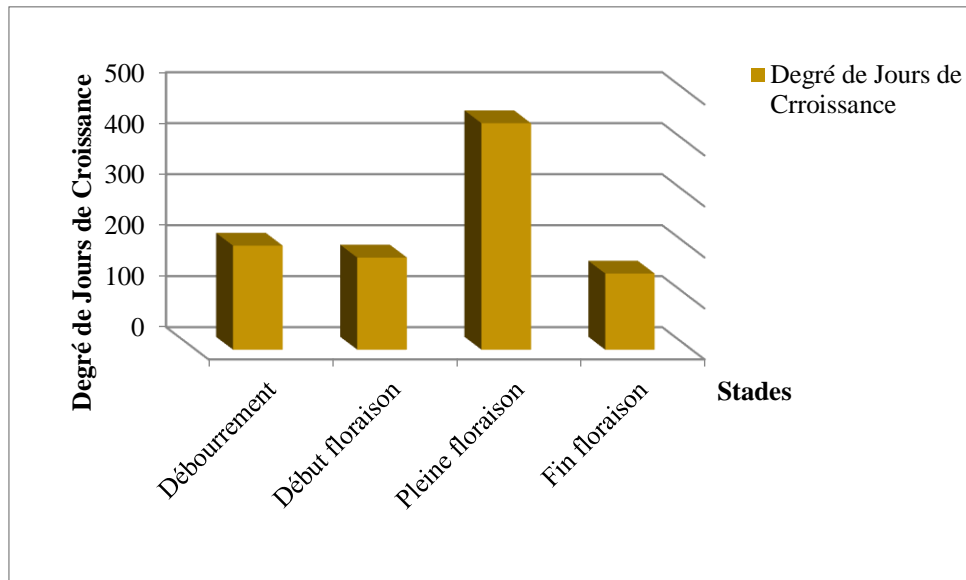


Figure n°17: Évolution des degrés en jours de croissance selon les stades phénologiques.

Les valeurs de degré en jours de croissance, le graphe ont mentionné l'élévation des besoins thermiques de la floraison en fonction des températures enregistrées et la durée en jours. Les besoins thermiques de la fin floraison ont été plus importants à ceux de début et de la pleine floraison.

Conclusion

On rappelle que l'objectif de notre étude est d'analyser le comportement de la variété *Bouziga* du poirier dans la région de Magra wilaya de M'sila. Notre prospection du verger du poirier dans la région d'étude, nous a permis de conclure que, le verger est en abondance, ni labour, ni traitements ni apports de fertilisants et non irrigué.

L'effet des paramètres climatiques (températures et précipitations, Neige, grêle, sirocco..), sur le déroulement des principaux stades phénologiques, de la variété *Bouziga* à 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 01/03/2025 durant 16 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'autre 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 21.44% pour la variété étudiée, qui est faible ; Ceci est dû principalement aux conditions de suivi du verger.

L'époque de floraison pour cette campagne est enregistré le 17/03/2025, 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.

Pour les besoins thermiques, on a enregistré, des degrés de jours de 204 pour la phase débourrement et 444,1 en pleine floraison ; Concernant l'unité de froid avoisinant 14,55°C pour la variété étudiée

En recommandations, pour arriver à une production acceptable du poirier dans la région de M'sila, 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

Aidoud L., 1998- Fonctionnement des écosystèmes méditerranéens. Complexe Scientifique de Beaulieu. Ed. Université de Rennes. 50p.

Akkèche, 2021. Utilisation et suivie des traitements biologiques sur la dynamique des populations du carpocapse *Cydia pomonella* L. du poirier dans la région d'Atattba, Mém. Master Univ. Blida, 83p.

Anonyme (2009), « La poire, Bilan de la campagne 2009 », France, Agri Mer-Établissement national des produits de l'agriculture et de la mer, 2p.

Anonyme (2010), « La poire», Le Centre Municipal de Pomologie –Ales, 2p.

Anonyme (2011), Changement climatique en Algérie par personnel de caritas Algérie.

Anonyme (2020), Bulletins statistique mondiales, ONS, 18p.

Anonyme (2022), Bulletin statistiques, direction des services agricoles de M'Sila, 5p.

Bagnouls, F. & Gaussen, H. (1953). Saison Sèche et Indice Xérothermique. Bulletin de la Société d'histoire naturelle de Toulouse. 88, 193–239.

Berger, 2008 : Fiche Poire de bouche 1 P.

C.T.I.F.L. 2011 : Centre Technique Interprofessionnel des fruits et légumes, pommier – Poirier. Par VINCENT MATHIEAU, CHRISTIAN LA VOISIER.

Chalice J et WestoodeM.N., 1973. Numercial Taxomonical studies of the *gonus pyrus* both. J.Linn. Soc 67 :121 ; 148p.

Chouaki, S. et al. 2006. Contribution à l'étude de la diversité des poiriers locaux. Mémoire de Master, Université de Tizi-Ouzou, 64p.

Dajoz, R. (1971). Précis d'écologie. Edition Dunod, Paris, 434 p.

Dajoz R. 2006. Précis d'écologie. 8^{ème} éd. Dunod. Paris, 621 p.

Deckers, Schoofs.2005. Évaluation des mesures concernant les pêches, les nectarines et les poires 149p.

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).

Didier H., 2005- Le cigare : de la culture à l'art. Ed. Le Gerfaut.165p.

- Emberger L., 1966.** Réflexions sur le spectre biologique de Raunkiaer. Bulletin de la Société Botanique de France. Vol. 113, Supplement 2, 1966 - Special Issue : Mémoires : Colloque de morphologie (Les Types biologiques). pp 147-156
- Espiard, 2002 :** Évaluation des mesures concernant les pêches, les nectarines et les poires 149p.
- F.A.O., (2008).** « Productions agricoles, cultures primaires ». Banques de données statistiques, FAO. STAT.
- FAO, 2025.** Food and Agriculture Organization of the United Nations). FAO STAT home page (online). Available : <http://apps.fao.org/>.
- Faurie C., Ferra C., Medori P., Devaux J. & Hemptienne J.L., 2003.** Écologie : Approche scientifique et pratique. 5^{ème} édition, Ed. Tec & Doc. Paris. 407p.
- Ferhat, M. A., Meklati, B. Y & Chemat, F. (2010).** Citrus d'Algérie, les huiles essentielles et leurs procédés d'extraction. Office des Publications Universitaires. N°42, pp 52 -57.
- GALET P, 2000 :** Précis de viticulture 7^{ème} ed. Déhan. Montpellier, 559 p.
- Gausсен, H., Leroy, J. et Ozenda., (1982),** Précis de Botanique, p2. Paris.
- Houmani, M. (1999).** : Projet de conversion, Ed. I. N. R. A- EL- Harrach, Alger, 15 p.
- ITAFV, 2015 :** institut technique de l'arboriculture fruitière et de la vigne, 22p.
- Lafaon J. P., Tharaud-Payer C. et Levy G., 1996 :** Biologie des plantes cultivées. 2^{ème} Edition. Tome 1. Organisation et physiologie de la nutrition. Ed. Lavoisier. Tec et Doc. Paris, France, 227p.
- Lehouérou H. N., 1995-** Bioclimatologie et biogéographie des steppes arides du Nord de L'Afrique : diversité biologique, développement durable et désertisation. Montpellier : (Options Méditerranéennes : Série B, Etudes et Recherches, n°10). CIHEAM, 396 p.
- 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. 14^{erae} Congrès I.U.F.R.O., Munich 1967, II, section 21, pp325-334.
- NASA POWER. 2024.** Platform for Agroclimatic Data. <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer>
- Ozenda P., 1982 -** Les végétaux dans la biosphère, Ed. Doin, Paris, 427p
- Quézel P., et Santa S., 1962 -** Nouvelle Flore de l'Algérie et des régions désertiques Méridionales. Paris : CNRS. 565p.
- Ramade, F., 2003.** Éléments d'écologie - Écologie fondamentale. Ed. Dunod, Paris, 690 p.

Reynier A., 2003. Manuel de viticulture .9^{ème} ed. JB Bailliere. Paris. 548p.

Sahli & Salmi, 2021. Inventaire qualitatif et quantitatif des invertébrés inféodés à la culture du poirier *Pyrus communis* L. Dans la région de FREHA (TIZI OUZOU, Algérie), 87p.

Trillot M., Masseron A., Mathieu V., Bergougnoux F., Hutin C., Lespinasse Y., 2002 : Le poirier, Monographie. Paris : Edition Centre technique Interprofessionnel des fruits et légumes .289 p.

Valle E. C., Bilodeau G., & Joliete C., 1999- Les techniques de culture en multicellules. Ed. Illustrée, Presses de l'Université Laval. 394p.

Walali L.E.et Skiredj A. (2003). Institut agronomique et vétérinaire et hassane II, Rabat. Article N°107. Ed Bamouh Ahmed. P2et P3.

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

Zerka et Achit, 2015. Etude de l'effet des variations climatiques sur la phénologie d'une variété de poirier (*Pyrus communis*), Santa maria dans la zone de Bouzaher, Ain Defla, pp 10-13.

Site internet :

[http://www, f.a.o. org.com](http://www.f.a.o.org.com)

المخلص :

أظهرت الدراسة التي أجريت حول تأثير التغيرات المناخية على فينولوجيا صنف إجاص (بوزيقة *Pyrus communis* L) والتي أجريت في بستان بأراضٍ قاحلة، دون حرث أو معالجة أو تسميد، وبدون ري، أن موعد تفتح البراعم لهذا الموسم كان مبكرًا، في الأول من مارس 2025، لمدة 16 يومًا. ويرجع ذلك إلى تلبية احتياجات الصنف من البرودة (أكثر من 1000 ساعة من البرد) المسجلة خلال الأشهر الثلاثة (ديسمبر، يناير، فبراير) من الموسم الفلاحي. وبلغ معدل تفتح البراعم المسجل لهذا الموسم 21.44% للصنف المدروس، وهو معدل منخفض؛ ويعود ذلك أساسًا إلى ظروف مراقبة البستان. سُجِّل موعد الإزهار لهذا الموسم في 17 مارس 2025. امتدَّت فترة الإزهار بين بداية الإزهار ونهايته 26 يومًا، بينما سُجِّلت الاحتياجات الحرارية 204 درجات مئوية لمرحلة الإزهار الكامل و444.1 درجة مئوية في مرحلة الإزهار الكامل. أما في الوحدة الباردة، فقد بلغت حوالي 14.55 درجة مئوية للصنف المدروس.

الكلمات المفتاحية : مقرة، شجرة إجاص، بوزيقة، إزهار، مسيلة

Résumé :

L'étude menée sur l'effet des variations climatiques sur la phénologie d'une variété de poirier (*Pyrus communis* L.), *Bouzig* dans la zone d'Ouled Zemira, daïra de Magra, wilaya de Msila, dans un verger en abondons, ni labour, ni traitements ni apports de fertilisants et non irrigué a révélé que, l'époque de débourrement pour cette campagne été précoce, le 01/03/2025 durant 16 jours. Cette constatation est due à la satisfaction des besoins en froid de la variété (plus de 1000 heures de froid) enregistrés durant les trois mois ; (décembre, janvier, février), le taux de débourrement enregistré pour cette campagne est de 21.44% pour la variété étudiée, qui est faible ; Ceci est dû principalement aux conditions de suivi du verger. L'époque de floraison pour cette campagne est enregistré le 17/03/2025. La durée de floraison entre le début et la fin de floraison s'étalant sur une période de 26 jours, alors que, pour les besoins thermiques, on a enregistré, des degrés de jours de 204 pour la phase débourrement et 444,1 en pleine floraison ; Concernant l'unité de froid avoisinant 14,55°C pour la variété étudiée.

Mots clés : Magra, poirier, *Bouzig*, débourrement, floraison, Msila.

Abstract:

The study conducted on the effect of climate variations on the phenology of a pear variety (*Pyrus communis* L.), *Bouzig*, in the Ouled Zemira area, Magra daïra, Msila wilaya, in an orchard in arid lands, without plowing, treatments, or fertilizers, and non-irrigated, revealed that the budburst time for this season was early, on March 1, 2025, for 16 days. This observation is due to the satisfaction of the cold needs of the variety (more than 1,000 hours of cold) recorded during the three months (December, January, and February). The budburst rate recorded for this season is 21.44% for the variety studied, which is low; this is mainly due to the monitoring conditions of the orchard. The flowering time for this season is recorded on March 17, 2025. The flowering time between the beginning and the end of flowering spanned a period of 26 days, while for thermal requirements, degree days of 204 were recorded for the budburst phase and 444.1 in full flowering; concerning the cold unit, it was around 14.55°C for the variety studied.

Keywords: Magra, pear tree, *Bouzig*, budburst, flowering, Msila